Aus dem L. R. GROTE-Institut für Physiotherapie
und Rehabilitation,
Bad Berleburg
und dem Institut für Arbeitsphysiologie
und Rehabilitationsforschung
der Universität Marburg/Lahn
(Direktor: Prof. Dr. med. Gunther Hildebrandt)

Tageszeitliche Unterschiede der Kreislaufreaktion nach Kaltreizeinwirkung

Ein Beitrag zur Standardisierung und Dosierung der KNEIPP-Therapie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität zu Marburg
vorgelegt von

Burkhard Becker
aus Hamm/Westf.

1979

Marburg 1978

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41546006_0060

Aus dem L. R. GROTE-Institut für Physiotherapie
und Rehabilitation,
Bad Berleburg
und dem Institut für Arbeitsphysiologie
und Rehabilitationsforschung
der Universität Marburg/Lahn
(Direktor: Prof. Dr. med. Gunther Hildebrandt)

Tageszeitliche Unterschiede der Kreislaufreaktion nach Kaltreizeinwirkung

Ein Beitrag zur Standardisierung und Dosierung der KNEIPP-Therapie

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades der Zahnheilkunde

dem Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität zu Marburg

vorgelegt von

Burkhard Becker
aus Hamm/Westf.

Marburg 1978

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin der
Philipps-Universität Marburg/Lahn am 26.01.1979

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereiches

Dekan: Prof. Dr. med. F. Neurath
Referent: Prof. Dr. med. G. Hildebrandt
Correferent: Prof. Dr. med. dent. G. Ahrens

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

		Seite
1.	Einleitung	1
2.	Methodik	3
2.1.	Der Kaltreiz	3
2.2.	Die Versuchspersonen	4
2.3.	Versuchsanordnung	4
2.3.1.	Zeitliche und personelle Einteilung	4
2.3.2.	Untersuchungssituation und -ablauf	6
2.4.	Die Meßwerte	8
2.5.	Die Auswertung	9
2.6.	Statistische Auswertung	10
3.	Ergebnisse	11
3.1.	Die mittleren Tagesgänge der Ausgangslagen	11
3.2.	Die tageszeitlichen Unterschiede der Initialänderungen nach Kaltreiz	13
3.3.	Tageszeitliche Wirkungsunterschiede 60 min nach Kaltreiz	15
3.4.	Mittlerer Tagesgang der Cortisolausscheidung im Urin	18
3.5.	Mittlerer Tagesgang des subjektiven Empfindens des Kaltreizes und der Untersuchung	20
4.	Diskussion	23
4.1.	Zur Methodik	23
4.2.	Zu den Ergebnissen	31
4.2.1.	Zu den mittleren Tagesgängen der Ausgangslagen	31
4.2.2.	Zur Initialänderung der Kreislaufregulation	31
4.2.3.	Der Vergleich der Initialänderungen nach Unter- und Oberguß	33
4.2.4.	Zu den Änderungen 60 min nach dem Guß	35

Seite

4.2.5. Der Tagesgang der Ausgangslagen der Cortisolausschüttung 41

4.2.6. Zur Wirkung des Kaltreizes auf die Cortisolausschüttung 42

4.2.7. Zu den subjektiven Empfindungen 44

4.3. Praktische-Klinische Aspekte 46

5. Zusammenfassung 48

6. Literatur 50

1. Einleitung

"Die Physiotherapie und Kurortbehandlung zielt - um es mit Worten GROTEs zu sagen - auf die optimale Ermöglichung der organismuseigenen Selbstheilungskräfte, auf eine Lenkung der hygiogenetischen Regulationen" (HILDEBRANDT, 1972). Auch nach HOFF (1969) wendet sich die physikalische Medizin an die Abwehrfunktionen des Organismus und die natürlichen Heilungskräfte.

Der Hydrotherapie nach SEBASTIAN KNEIPP (1821 - 1879) mit ihren unterschiedlichsten Anwendungsformen und der ihr eigenen aktiven Beteiligung des Patienten kommt auch über die eigentliche Behandlungsdauer hinaus besondere Bedeutung zu; sie zählt in besonderer Weise zu der sog. Regulationstherapie (vgl. GROTE, 1954; HOFF, 1969), bei der eine Heilung unter Ausnutzung natürlicher Reaktionen und mit Hilfe natürlicher Abwehrkräfte im Vordergrund steht. JUNGMANN (1971) faßt die erstmals von HOFF postulierten Behandungsprinzipien des Ausschlusses der Krankheitsursache, der Substituierung einer fehlenden Substanz oder einer mangelnden Funktion und der Lenkung der Organfunktionen unter die Begriffe "Eliminatio, Substitutio, Directio" zusammen und stellt als Basis der Therapie am Kurort die "Übungs- bzw. Reiz- und Reaktionsbehandlung" heraus.

Nach den Untersuchungen von VÖLKER (1927), JORES (1935) und HILDEBRANDT (1953 a u. b) ist bekannt, daß die Funktionen des menschlichen Organismus biologischen Rhythmen unterliegen; auf derartige biologische Zeitstrukturen müssen sich nach HILDEBRANDT (1972) therapeutische Zeitordnungen gründen, die den spontanen oder reaktiv ausgelösten rhythmischen Schwankungen Rechnung tragen und in weiterreichende Ordnungen einzugliedern sind. Spontan-rhythmische Umstellungen sind nicht auf den Tagesrhythmus beschränkt, obwohl dieser praktisch von größter Bedeutung ist.

Die außerordentliche Bedeutung tageszeitlicher Ordnungen für die physikalische Therapie haben HILDEBRANDT u. ENGELBERTZ bereits 1953 herausgestellt und die tageszeitlichen Unterschiede in der Beantwortung thermischer Reize als Folge der tagesrhythmischen Umstellung der Thermoregulation definiert. Die Wichtigkeit der biologisch-zeitordnenden Wirkung therapeutischer Anwendungen betont HILDEBRANDT (1973 a), indem er das "wie" der therapeutischen Maßnahmen unter Einbeziehung des "wie oft, wie lange, wann" für u. U. wichtiger erachtet als das "was".

HILDEBRANDT (1958, 1962) und MENZEL (1962) gliedern den biologischen Tag in zwei Abschnitte, in eine vormittägliche Aufheizungsphase von 3^h - 15^h mit überwiegend ergotroper Einstellung und in eine nachmittägliche Entwärmungsphase von 15^h - 3^h mit überwiegend trophotroper Einstellung. Somit treffen nach HILDEBRANDT (1972) Reize nicht auf ein statisches Regulationssystem, sondern auf einen von der Tageszeit abhängigen Wechsel zweier unterschiedlicher Regulationseinstellungen.

Von den bislang recht zahlreichen Untersuchungen über tagesrhythmische Schwankungen in der Beantwortung thermischer Reize (HILDEBRANDT u. Mitarb., 1953, 1954, 1957, 1962, 1970) seien hier besonders die von HILDEBRANDT u. CRNJAK (1970), BÜHRING (1972) und WEH (1973) hervorgehoben, die die Auswirkungen von Kaltanwendungen untersuchten, die in der allgemeinen Therapie häufig Anwendung finden und, wie speziell im Falle der Untersuchung von WEH (1973), hinsichtlich der Behandlungsintervalle eher den üblichen hydrotherapeutischen Voraussetzungen entsprechen und somit recht gut zu Vergleichen herangezogen werden können. Zu beachten sind dabei auch die systematisch untersuchten tageszeitlichen Variationen endokriner Reaktionen auf thermische Reizeinwirkung von AGISHI, SAITO u. ITOH (1976).

Die vorliegende Arbeit untersucht systematisch die Kreislaufregulation nach einem standardisierten Kaltreiz (Unterguß n. KNEIPP) sowie die Reaktionen des endokrinen Systems und der subjektiven Empfindungen der Versuchspersonen im tageszeitlichen Ablauf.

2. Methodik

Bei 17 Versuchspersonen wurden zwischen dem 8.9. und 28.9.1975 unter konstanten Klimakammerbedingungen die tageszeitlichen Unterschiede der Kreislaufregulation und der Cortisolausschüttung im Urin nach einem standardisierten Kaltreiz (Unterguß nach KNEIPP) systematisch untersucht. Daneben wurden die tageszeitlichen Variationen der subjektiven Empfindungen explorativ erfaßt.

Die Untersuchungen wurden gemeinsam mit KRAGE (1978) ausgeführt, der die Ergebnisse hinsichtlich der Thermoregulation gesondert bearbeitet.

2.1. Der Kaltreiz

Der Kaltreiz wurde in Form des kalten Untergusses nach KNEIPP an den unteren Extremitäten mit Wasser von 12° C in standardisierter Form verabreicht. Die Durchführung erfolgte nach den Ausführungen von KAISER (1971) in folgender Reihenfolge:

von dorsal:

linker Fußrücken - Außenseite des Beines aufwärts bis unterhalb des Rippenbogens - 5-sekündige kreisende Bewegung - Innenseite des Beines abwärts;
gleicher Vorgang rechts.

von ventral:

rechter Fußrücken, Außenseite des Beines aufwärts bis unterhalb des Rippenbogens - 5-sekündige kreisende Bewegung - Innenseite des Beines abwärts;
gleicher Vorgang links.

abschließend:

rechte Fußsohle - linke Fußsohle.

Die Gußdauer betrug genau 40 Sekunden.

2.2. Die Versuchspersonen

Untersucht wurden 17 männliche Personen zwischen 20 und 45 Jahren, die in Bad Berleburg und der näheren Umgebung ansässig und beschäftigt waren und die in den letzten 6 Wochen vor Beginn der Versuchsreihe keinen Orts- und Klimawechsel vollzogen hatten.

Es handelte sich um ein beruflich gemischtes Kollektiv von Polizisten, Beamten, Angestellten, Selbständigen sowie Schülern und Studenten. Während der gesamten Dauer der Untersuchungen blieben die Probanden am Ort und behielten ihre Lebens- und Arbeitsgewohnheiten bei.

Eine Stunde vor Beginn jedes einzelnen Tests sollten sich die Versuchspersonen jeglichen Genusses von Kaffee, Tee, Alkohol und Nikotin enthalten.

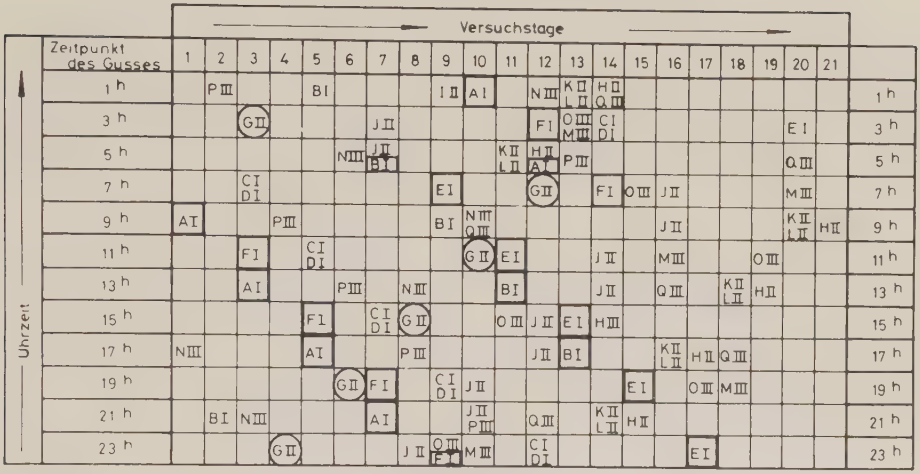
2.3. Versuchsanordnung

2.3.1. Zeitliche und personelle Einteilung

Die Versuchspersonen wurden für die Untersuchungsreihe ärztlich durchuntersucht und erhielten zur Gewöhnung an den Reiz nach einem festgelegten Zeitschema 2 Kaltreize vor Beginn der Untersuchungen.

Jeder Proband wurde insgesamt sechsmal zu unterschiedlichen Tageszeiten nach einem festgelegten Zeitprogramm untersucht, wobei zwischen den einzelnen Untersuchungen mindestens ein Tag lag. Das Zeitprogramm enthält die Tabelle 1. Die Versuchspersonen wurden in drei Gruppen (I, II, III) eingeteilt, die sich hinsichtlich der Zeitfolge der Untersuchungen unterschieden.

Tabelle 1: Zeitprogramm der Untersuchungen.



Gruppe I: Die Versuchspersonen A, B, C, D, E, F wurden zeitlich aufsteigend, d. h. um 4 Stunden im Uhrzeigersinn versetzt, also in Abständen von jeweils 52 Stunden untersucht.

Gruppe II: (Versuchspersonen G, H, I, J, K, L) absteigende Zeitfolge um 4 Stunden gegen den Uhrzeigersinn versetzt, d. h. in Abständen von jeweils 44 Stunden.

Gruppe III: (Versuchspersonen M, N, O, P, Q) die Untersuchungstermine wurden willkürlich, d. h. ohne regelmäßige Versetzung gewählt.

Bei der Einteilung der drei Gruppen wurde darauf geachtet, daß deren Zusammensetzung nach Alter, Konstitution, Körpergröße und -gewicht sowie dem Beruf (Arbeitsgewohnheiten) und auch nach dem allgemeinen Trainingszustand (sportliche Betätigung) etwa ausgeglichen war (vgl. dazu Tabelle 2).

Tabelle 2: Übersicht über die Gruppeneinteilung der Versuchspersonen und die charakterisierenden Merkmale der Gruppenmitglieder.

Gruppe	Gruppenstärke (Anzahl)	Alter (Jahre)	Größe (cm)	Gewicht (kg)	Beruf	sportliche Betätigung		
						viel	wenig	keine
I	6	29	179	81	2 Polizisten 2 Angestellte 2 Studenten	2	3	1
II	6	29	175	75	2 Polizisten 2 Angestellte 2 Studenten	3	2	1
III	5	31	179	79	1 Polizist 1 Angestellter 1 Selbständiger 1 Beamter 1 Student	2	2	1

2.3.2. Untersuchungssituation und -ablauf

Untersuchungssituation

Sämtliche Untersuchungen wurden unter gleichbleibenden äußeren Versuchsbedingungen durchgeführt.

Die Raumtemperatur in der Klimakammer wurde auf 25° C und die relative Luftfeuchtigkeit auf 50 % konstant gehalten. Zur laufenden Kontrolle und Regulation der Raumklimabedingungen dienten ein THERMO-HYGROGRAPH sowie ein Quecksilber-Präzisions-Thermometer und ein Haarhygrometer (Fa. LAMBRECHT, Göttingen). Alle Untersuchungen wurden von demselben Untersuchungspersonal durchgeführt. Während der Untersuchung herrschte in der Klimakammer Ruhe, die auch von außen nicht beeinträchtigt wurde. Die Probanden saßen in bequemer Haltung in einem Armlehnsessel und waren mit einem Hemd und einer Sporthose bekleidet, derer sie sich während des Gusses entledigt hatten.

Untersuchungsablauf

Zu Beginn des Testes gaben die Versuchspersonen Urin ab. Anschließend wurden zur Ermittlung der Ausgangslagen alle Parameter über 30 min minütlich gemessen. Nach dieser Voruntersuchung wurde unmittelbar vor der Klimakammer der kalte Unterguß verabreicht. Während der Verabreichung des Gusses trank der Proband eine Flasche Mineralwasser ohne Kohlensäurezusatz (0,33 l) und körperwarm temperiert.

Nach dem Guß wurden die benetzten Körperteile unter Vermeidung jeglicher Reibung abgetupft und, nach notwendigerweise erneuter Anlage der Meßelemente an den unteren Extremitäten, die Messungen wieder aufgenommen, wobei alle Parameter wiederum minütlich über eine Stunde registriert wurden.

Nach Abschluß der Messungen gaben die Probanden ein zweites Mal Urin ab und beantworteten einen Fragebogen, wie er in Tabelle 3 dargestellt wird, über die Selbsteinschätzung des Kaltreizes, der Untersuchung und evtl. aufgetretener subjektiver Beschwerden.

Die Gesamtdauer jedes einzelnen Versuchs betrug also 90 min.

Tabelle 3: Fragebogen

Beantworten Sie bitte folgende Fragen durch Ankreuzen ohne langes überlegen!

Wie empfanden Sie heute den Unterguß?	☐ sehr unangenehm	☐ unangenehm	☐ ohne Wirkung	☐ angenehm	☐ sehr angenehm
Wie empfanden Sie heute ganz allgemein die Untersuchung?	☐ sehr störend	☐ unangenehm	☐ unwichtig	☐ angenehm	☐ sehr entspannend
Sind während der Untersuchung Beschwerden aufgetreten?	☐ Kopfschmerzen ☐ Schwindelgefühl ☐ Benommenheit	☐ Innere Unruhe ☐ Herzklopfen ☐ Nervösität	☐ Abgespanntheit ☐ Unlustgefühl ☐ Müdigkeit	☐ Flimmern vor den Augen ☐ Kribbeln ☐ Ameisenlaufen ☐ Frösteln	
Bemerkungen					

2.4. Die Meßwerte

1. Die Atemfrequenz wurde mit einem thermoelektrischen Nasenfühler (Fa. SIEMENS) abgenommen und

2. die Herzfrequenz mit einer bipolaren Ekg-Brustwandableitung (NEHB A).

   Beide Messungen erfolgten über ein SIRECUST BS 2-Gerät (Fa. SIEMENS) mit eingebautem Punktdrucker.

3. Zur Blutdruckmessung wurde das DIASYST - T - automatic (Fa. SIEMENS) benutzt und die Manschette bei den ersten drei Untersuchungen am linken Arm, bei der vierten bis sechsten Untersuchung jeweils rechts angelegt, um etwaige Seitenunterschiede zu eliminieren (vgl. SEELIGER u. HOEBEL, 1970).

4. Die Mengenbestimmungen des Urins sowie die Bestimmungen des spezifischen Gewichts erfolgten jeweils sofort nach der Abgabe, eine Probe von 50 ml wurde tiefgekühlt.
   Das Cortisol im Urin wurde nach Abschluß der Untersuchungsreihe fluorimetrisch mod. n. ZIMMERMANN vom L. R. GROTE-Institut bestimmt.

5. Für die Auswertung der Fragen wurde den einzelnen Antwortmöglichkeiten eine Notenskala von +2 bis -2 zugrundegelegt.

2.5. Die Auswertung

2.5.1. Zur Bestimmung der Ausgangslagen der Kreislaufwerte wurden die in den letzten 10 min vor dem Guß gemessenen Werte gemittelt, während die in den ersten 20 min registrierten Werte für die Ermittlung der Ausgangswerte nicht herangezogen wurden, sondern nur zur Beurteilung der Gewöhnung an die äußeren Bedingungen in der Klimakammer dienten.

2.5.2. Die Ermittlung der Initialänderungen nach dem kalten Unterguß erfolgte durch Errechnung der Mittelwerte der Meßwerte in der 3. und 5. min und der Differenzen von den entsprechenden Ausgangslagen.

2.5.3. Die Veränderungen der Kreislaufregulation 60 min nach dem Kaltreiz wurden aus den Mittelwerten der 46. bis 60. min berechnet.

2.5.4. Die Veränderung des Cortisolgehaltes nach der Kaltreizeinwirkung gegenüber dem Ausgangswert berechnete sich aus der individuellen Differenz von Ausgangslage und Veränderung 60 min nach dem Unterguß.

2.5.5. Die mittleren Tagesgänge errechneten sich durch arithmetische Mittelung. Individuell wurde jeweils zwischen zwei Untersuchungsterminen linear interpoliert. Auf diese Weise konnten von jedem Parameter jeweils 12 Tageswerte ermittelt werden.

Alle Tagesgänge wurden auf den Zeitpunkt des Kaltreizes bezogen.

2.6. Statistische Auswertung

Die statistischen Berechnungen wurden auf einer SIGMATRON-Rechenmaschine (Fa. DIEHL) durchgeführt.

Die Standardabweichung (σ) ergab sich aus folgender Formel:

$$\sigma = \pm \sqrt{\frac{\Sigma (x - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Aus der Standardabweichung (σ) errechnete sich der mittlere Fehler des Mittelwertes ($\sigma_{\bar{x}}$):

$$\sigma_{\bar{x}} = \pm \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Signifikanzberechnungen erfolgten nach dem t-Test; hierbei galten folgende Formeln:

$$\sigma_{\bar{x}_D} = \pm \sqrt{\sigma_{\bar{x}_1}^2 + \sigma_{\bar{x}_2}^2}$$

$$D = \bar{x}_1 - \bar{x}_2$$

$$T = \frac{D}{\sigma_{\bar{x}_D}}$$

Zur Signifikanzprüfung wurden die Signifikanzschranken der STUDENT-Verteilung (Wissenschaftliche Tabellen, DOCUMENTA GEIGY, 1960) benutzt.

Es galten folgende Signifikanzschranken:

$p \leq$	0,001	hochsignifikant
$p \leq$	0,01	signifikant
$p \leq$	0,05	schwach signifikant
$p >$	0,05	nicht signifikant

3. Ergebnisse

3.1. Die mittleren Tagesgänge der Ausgangslagen

Die Abbildung 1 zeigt die mittleren Tagesgänge der Ausgangswerte von Atemfrequenz, Herzfrequenz sowie des systolischen und diastolischen Blutdrucks und der Blutdruckamplitude. Der Tagesgang wurde, wie in allen folgenden Abbildungen, zweimal hintereinander aufgetragen, um die tagesrhythmischen Schwankungen zu verdeutlichen. Der Tagesgang der Atemfrequenz weist einen zweigipfeligen Verlauf auf, mit zwei Maxima um 15^h - 17^h und um 3^h und zwei Minima um 23^h und um 9^h. Die mittlere Differenz der Extreme beträgt 1,2 Atemzüge/min, das entspricht 7 %. Die Streuungen werden in der zweiten Nachthälfte und am Morgen deutlich geringer.

Die Herzfrequenz läßt im Tagesgang die Wendepunkte des biologischen Tages (3^h und 15^h) erkennen: ihr Höchstwert liegt bei 17^h, das Minimum bei 3^h, so daß sich ein einwelliger Tagesrhythmus ergibt, wenn das Nebenmaximum am frühen Morgen (7^h) außer Acht gelassen wird. Der Unterschied zwischen Minimum und Maximum liegt im Mittel bei 6 Herzschlägen/min.

Der Tagesverlauf des systolischen Blutdrucks zeigt einen Tiefstwert ebenfalls um 3^h und einen Höchstwert zwischen 19^h und 21^h. Auffällig erscheint aber, daß um 7^h ein zweites Maximum und zwischen 11^h und 13^h nochmals eine Minimum erreicht wird, woraus ein doppelwelliger Tagesgang resultiert, der allerdings nicht in allen Einzelheiten mit den Wendepunkten des biologischen Tages übereinstimmt.

Der mittlere Tagesgang des diastolischen Blutdrucks läßt aber wiederum die Zeitordnung des biologischen Tages erkennen: Sein Maximum erreicht er um 3^h, das Minimum befindet sich bei 17^h, wobei der Höchstwert des diastolischen Blutdrucks zeitlich mit dem Minimum des systolischen übereinstimmt, während das Minimum des diastolischen Blutdrucks ca. 2 Stunden vor dem Höchstwert des systolischen liegt.

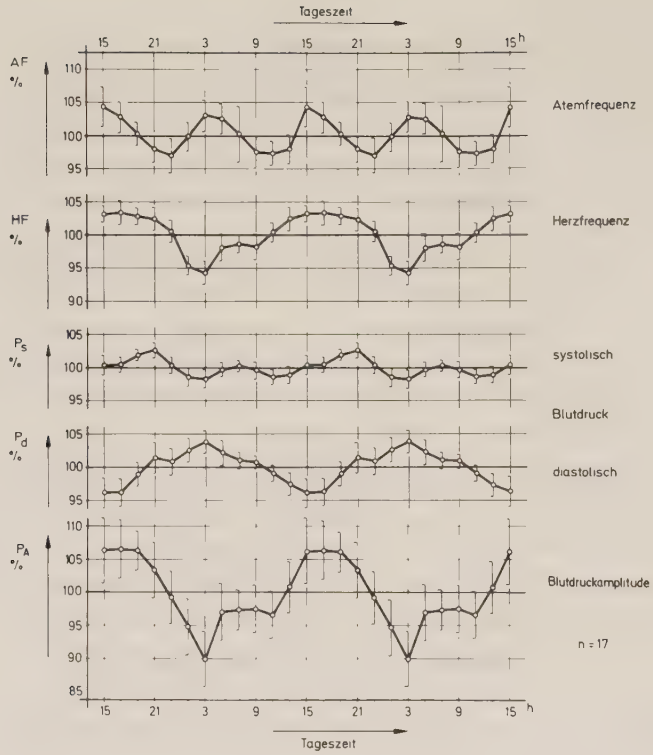


Abb. 1: Mittlerer Tagesgang der Ausgangslagen von Atemfrequenz, Herzfrequenz, systolischem und diastolischem Blutdruck sowie der Blutdruckamplituden von 17 Probanden 10 min vor dem Kaltreiz in Prozent vom individuellen Tagesmittel. Die Klammern geben den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte an.

Infolgedessen weist der mittlere Tagesgang der Blutdruckamplitude um 3^h ein Minimum und um 17^h ein Maximum auf. Der Verlauf ist einwellig und die Unterschiede der Schwankungsamplitude betragen im Mittel 7 - 8 mmHg (vgl. WEH, 1973), das entspricht 16,5 %. Die Tagesgänge der Herzfrequenz und der Blutdruckamplitude zeigen in allen Einzelheiten völlige Übereinstimmung. Der Korrelationskoeffizient war hochsignifikant ($r = 0,82/ p \leqq 0,001$).

3.2. Die tageszeitlichen Unterschiede der Initialänderungen nach Kaltreiz

Die Abbildung 2 zeigt die mittleren Initialänderungen nach dem Unterguß im Tagesgang.

Die Atemfrequenz steigt nach dem Kaltreiz zu jeder Tageszeit an, wenn auch im Tagesmittel nur um 0,5 Atemzüge/min. Die maximalen Zunahmen werden um 23^h und um 11^h erreicht, die minimalen Abweichungen von der Ausgangslage finden sich bei 5^h und bei 15^h. Die größten Zunahmen fallen also etwa mit den niedrigen Ausgangslagen, die geringsten Abweichungen mit den höchsten Ausgangswerten der Atemfrequenz zusammen, so daß sich eine indirekte Ausgangswertabhängigkeit der Initialänderungen im Tagesverlauf ergibt.

Die Herzfrequenz nimmt zu jeder Tageszeit nach dem Guß ab, und zwar im Tagesdurchschnitt um ca. 1,5 Herzschläge/min. Am stärksten sinkt sie um 7^h und am geringsten um 3^h, wobei aber ein eindeutiger Tagesrhythmus nicht erkennbar ist.

Der systolische Blutdruck reagiert im Tagesgang initial durchweg mit einer Zunahme, und zwar im Mittel um etwa 5 mmHg. Das Maximum der Blutdruckzunahme liegt bei 17^h und fällt damit fast mit dem maximalen Ausgangswert im Tagesgang zusammen. Die geringste Initialänderung stellt sich in den Nachtstunden zwischen 23^h und 3^h ein, fällt also auch mit dem Minimum des systolischen Ausgangswertes des Blutdrucks zusammen, so daß hierbei eine direkte Abhängigkeit vom Ausgangswert auffällt.

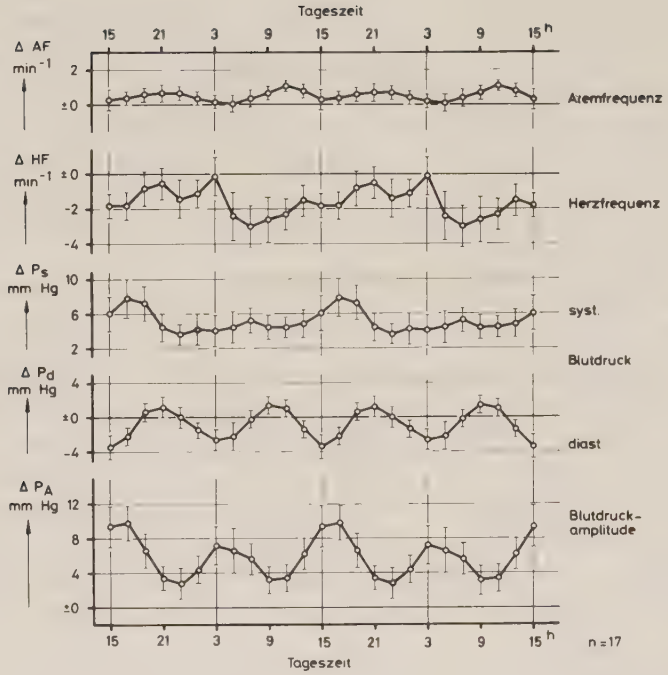


Abb. 2: Die mittleren Tagesgänge der Initialänderungen der Kreislaufregulation nach Kaltreiz von 17 gesunden männlichen Versuchspersonen. Die Klammern geben den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte an.

Auch hier wird also deutlich, daß die Initialänderungen nach Kaltreiz in der Nacht geringfügiger sind als am Tage.

Der Tagesgang der diastolischen Blutdruckänderung zeigt im Mittel wiederum einen deutlich doppelwelligen Verlauf mit eindeutiger Zuordnung der Auslenkungen zu den Umkehrpunkten des biologischen Tages. Die Schwankungsamplituden waren aber nicht signifikant ($p > 0,1$). Um 3^h und 15^h fallen starke Abnahmen und um 21^h und 9^h Zunahmen des diastolischen Blutdrucks auf, eine Ausgangswertabhängigkeit ist aber nicht erkennbar.

Übereinstimmend weist auch die Blutdruckamplitude einen doppelgipfeligen Tagesgang mit zwei Maxima bei 3^h und 15^h - 17^h und zwei Minima bei 23^h und 9^h auf. Die Blutdruckamplitude nimmt also zu allen Tageszeiten unmittelbar nach dem Unterguß zu, ihre Veränderungen zeigen jedoch lediglich im Zeitraum 15^h - 17^h übereinstimmendes Verhalten zu dem Verlauf vor dem Guß und ein entgegengesetztes Verhalten zwischen 1^h und 5^h, also keine eindeutige Ausgangswertabhängigkeit, jedoch eine deutliche Abhängigkeit vom Verhalten des diastolischen Blutdrucks. Der Unterschied der initialen Blutdruckänderungen um 9^h und 17^h war signifikant ($p \leq 0,02$).

3.3. Tageszeitliche Wirkungsunterschiede 60 min nach Kaltreiz

Den Tagesgang der mittleren Veränderungen 60 min nach dem kalten Unterguß zeigt die Abbildung 3. Die Atemfrequenz ist 60 min nach dem Guß im Tagesmittel um 0,3 Atemzüge/min abgefallen, nur zwischen 19^h und 21^h liegt sie noch geringfügig über ihrer Ausgangslage. Übereinstimmend mit den vorweg beschriebenen Tagesgängen stellt sich die Atemfrequenzänderung 60 min nach Kaltreiz im Tagesgang ebenfalls als doppelwelliger Verlauf mit deutlichem Bezug zu den Wendepunkten des biologischen Tages dar. Auch die indirekte Ausgangswertabhängigkeit ist, ebenso wie bei den Initialänderungen, erkennbar, und bei Vergleich der Tagesgänge der Atemfrequenzänderungen in den Abbildungen 2 und 3 zeigen sich dementsprechend parallele Verläufe, wenn auch bereits mit der zu erwartenden Verschiebung um 60 min. Am tiefsten unter den Ausgangswert ist die Atemfrequenz zwischen 3^h und 5^h und zwischen 15^h und 17^h abgefallen.

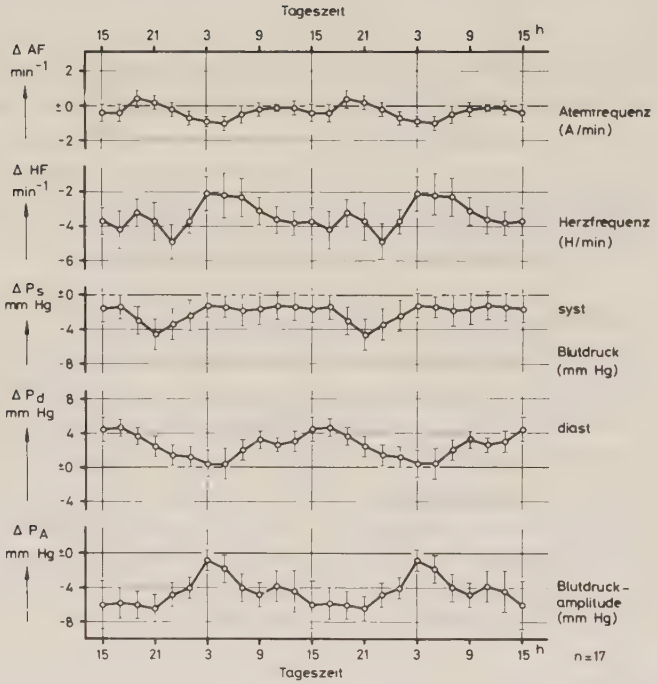


Abb. 3: Der mittlere Tagesgang der Kreislaufreaktion 60 min nach Kaltreiz in Abhängigkeit von den Ausgangswerten von 17 gesunden Probanden. Die Klammern geben den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte an.

Die Zusammenhänge zwischen Ausgangslage, Initialänderung und Veränderung 60 min nach dem Kaltreiz lassen sich im Falle der Atemfrequenz also vereinfacht so darstellen, daß die Frequenzzunahme in der Initialphase nach dem Guß umso größer war, je tiefer der Ausgangswert lag; je größer aber diese unmittelbare Frequenzzunahme ist, desto geringer ist die Frequenzabnahme 60 min nach dem Kaltreiz.

Die Herzfrequenz ist im Verlauf der einstündigen Nachuntersuchung weiter abgefallen und liegt im Tagesmittel mehr als 3 Herzschläge/min unter dem mittleren Ausgangswert. Der geringste Rückgang findet sich, wie schon bei der initialen Wirkung des Reizes deutlich wird, am Ende der trophotropen nächtlichen Einstellung der Kreislaufregulation gegen 3^h. Im aufsteigenden Tag (9^h bis 17^h) zeigt sich ebenfalls ein entgegengesetztes Verhalten, so daß sich zumindest für die Zeit von 3^h bis 17^h eine direkte Abhängigkeit der Kaltreizwirkung auf die Herzfrequenz 60 min später vom Ausgangswert ableiten läßt, die in den weiteren Tageszeiten weniger deutlich zum Ausdruck kommt und auch bei den Initialänderungen nicht aufgefallen ist.

Der systolische Blutdruck liegt nach dem Initialanstieg 60 min später zu jeder Tageszeit gegenüber dem Ausgangswert niedriger, und zwar im Tagesmittel um 2 mmHg; die stärkste Abnahme tritt gegen 21^h ein. Zu dieser Tageszeit ist die Zunahme unmittelbar nach dem Guß sehr gering gewesen und die Ausgangslage am höchsten. Auffällig ist, daß die Schwankungen im gesamten Tagesverlauf geringfügig sind. Ein ähnlicher Zusammenhang zwischen Ausgangswert, initialer Veränderung und Abweichung 60 min nach dem Reiz bestand auch bei der Atemfrequenz.

Der diastolische Blutdruck hingegen ist 60 min nach Kaltreiz im Tagesmittel durchweg angestiegen, und zwar im Mittel etwa um 2,5 mmHg und läßt jetzt wieder, wie schon bei der Ausgangslage deutlich war, die Wendepunkte des biologischen Tages erkennen. Der größte Anstieg folgte dem Kaltreiz zwischen 15^h

und 17^h, wo der Ausgangswert ein Minimum aufwies, hingegen steigt der diastolische Blutdruck geringer zwischen 3^h und 5^h, zu einer Tageszeit also, zu der die Ausgangslage sehr hoch ist. Auch hier sind die Schwankungen am Tage geringer. Der tageszeitliche Unterschied war aber nicht statistisch signifikant ($p > 0,1$). Der Tagesgang zeigt also auch eine deutliche Abhängigkeit vom Ausgangswert.

Die Blutdruckamplitude hat 60 min nach dem Guß abgenommen und zeigt im Tagesgang entgegengesetztes Verhalten zum Tagesgang der Ausgangswerte der Blutdruckamplitude. Der doppelwellige Tagesgang der Blutdruckamplitude und des diastolischen Blutdrucks unmittelbar nach dem Kaltreiz gilt daher als ein initiales Phänomen und weist auf die besondere Reagibilität des diastolischen Blutdrucks hin. Die Tagesgänge der Herzfrequenz und der Blutdruckamplitude zeigen in wesentlichen Phasen eine Übereinstimmung. Der Korrelationskoeffizient betrug 0,36 (r).

3.4. Mittlerer Tagesgang der Cortisolausscheidung im Urin

Die mittleren Tagesgänge der Cortisolausscheidung vor und nach Kaltreiz und deren Differenzen sind in der Abbildung 4 dargestellt. Der Tagesgang der Cortisolausschüttung vor dem Kaltreiz (Ausgangswert) stellt sich als einwelliger Verlauf dar, mit einem Maximum um 5^h und einem Minimum um 17^h. Die Schwankungsamplituden sind signifikant ($p \leq 0,01$).

Der Tagesgang der Cortisolausscheidung 60 min nach dem Kaltreiz zeigt hingegen angedeutet einen doppelwelligen Verlauf mit zwei Maxima um 3^h und 15^h sowie einem Minimum um 21^h - 23^h und einem Nebenminimum gegen 9^h, wodurch die Wendepunkte des biologischen Tages angedeutet werden. Die Cortisolausscheidung nach dem Guß ist aber im Tagesmittel um 10 mg geringer als vor dem Reiz (s. Abbildung 4). Zwischen 15^h und 17^h jedoch übersteigt sie ihren Ausgangswert, der um diese Zeit ein Minimum aufweist, was auch hier wiederum statistisch

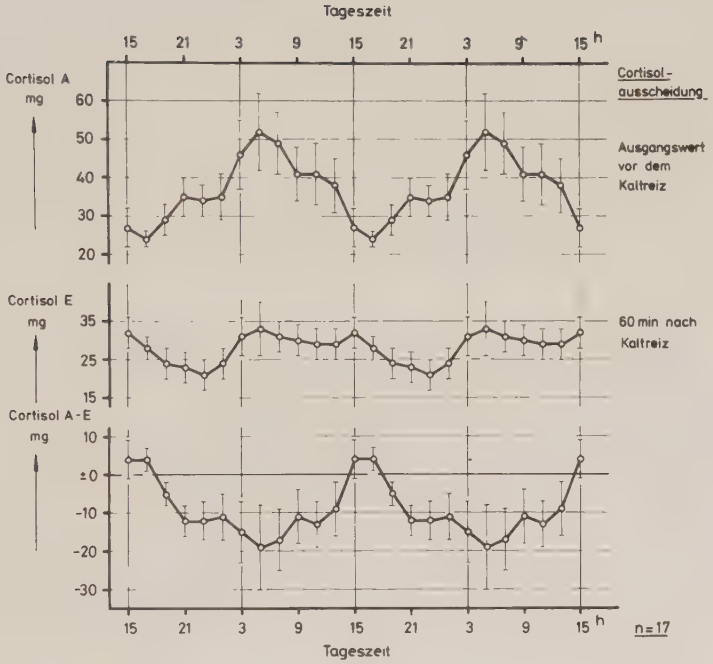


Abb. 4: Mittlere Tagesgänge der Cortisolausschüttung vor und nach Kaltreiz und deren Differenzen von 17 männlichen Versuchspersonen. Die Klammern geben den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte an.

zu sichern ist ($p \leq 0,01$). Die größte Abweichung um 5^h fällt zeitlich mit dem Maximum des Ausgangswertes zusammen. Auffällig erscheint auch hier eine geringere Streuung zwischen 15^h und 23^h. Die Schwankungsamplitude (7^h und 17^h) ist signifikant ($p \leq 0,005$). Der Tagesgang der Differenz vom Ausgangswert der Cortisolausscheidung im Urin und 60 min nach dem Kaltreiz ist ebenfalls in der Abbildung 4 unten aufgetragen. Der Kurvenverlauf stellt sich in deutlicher indirekter Abhängigkeit vom Ausgangswert dar, der Korrelationskoeffizient weist auf die hochsignifikante Beziehung hin ($r = -0,91$/ $p \leq 0,001$).

3.5. Mittlerer Tagesgang des subjektiven Empfindens des Kaltreizes und der Untersuchung

Die Abbildung 5 gibt die tageszeitlichen Unterschiede des subjektiven Empfindens des Kaltreizes und der Untersuchungssituation wieder.

Der kalte Unterguß wird von der zweiten Nachthälfte bis zum frühen Morgen (5^h - 9^h) und am frühen Nachmittag (13^h - 15^h) als relativ unangenehm empfunden, von der zweiten Nachmittagshälfte bis zum Abend (17^h - 23^h - 1^h) hingegen durchweg als relativ angenehmer. Festzustellen bleibt allerdings, daß der Kaltreiz zu keinem Zeitpunkt eine sehr nachhaltige Wirkung hinterläßt, wie die relativ geringen Auslenkungen zeigen.

Die allgemeine Untersuchungssituation hinterläßt um die Mittagszeit und am frühen Abend einen angenehmen Eindruck, während die Versuchsteilnehmer weniger angenehme Empfindungen nur in der Nacht und gegen 17^h angeben. Trotz deutlich ersichtlicher Extremlagen fällt jedoch auf, daß sich die Empfindungen hinsichtlich der Untersuchungssituation anders als die auf den Kaltreiz bezogenen zu jeder Tageszeit ausschließlich im positiven Bereich bewegen.

Der Tagesgang gewinnt im Mittel daher ein doppelwelliges Bild, wobei aber ein einwelliger Tagesgang von einem doppelwelligen Tagesrhythmus überlagert scheint, und zwar mit zwei Maxima

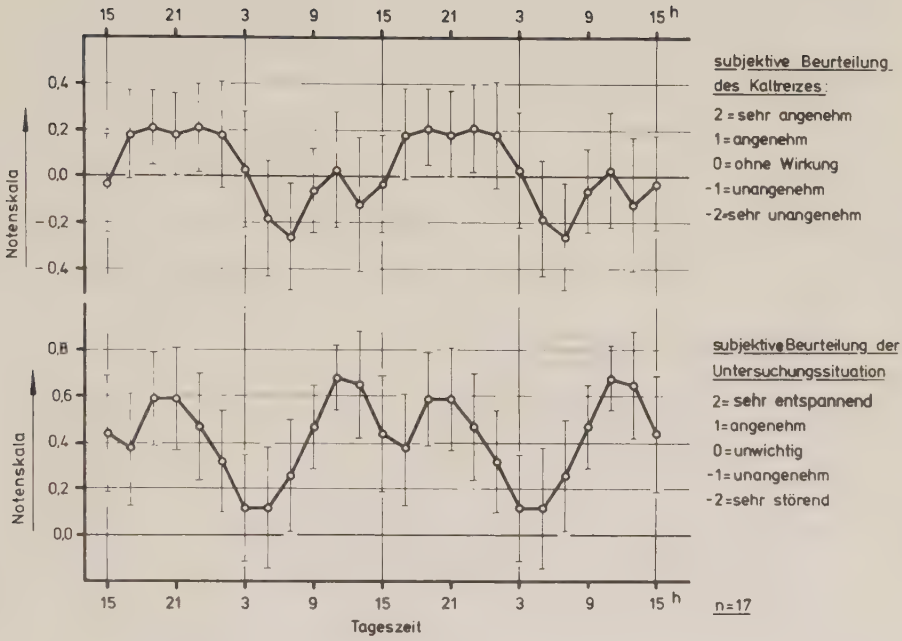


Abb. 5: Mittlerer Tagesgang des subjektiven Empfindens des Kaltreizes und der Untersuchung von 17 Probanden. Die Klammern geben den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte an.
Die Notenskala der Beantwortungsmöglichkeiten wurde rechts außen angegeben.

um 9^h und 21^h. Es ist aber nicht hinreichend zu klären, ob hierbei den Morgen- und Abendtypen (n. OSTBERG, 1976) eine Bedeutung zukommt, da entsprechende Explorationen (vgl. HILDEBRANDT, 1976) nicht durchgeführt wurden. Der tageszeitliche Unterschied bei 3^h und 11^h ist statistisch signifikant ($p \leq 0{,}05$).

4. Diskussion

4.1. Zur Methodik

Voraussetzung für die Versuchsreihe war ein hinsichtlich der gleichen Gußführung und der gleichen Kaltreizdauer standardisierter Kaltreiz (Unterguß nach KNEIPP). Ein zweites wichtiges Kriterium für eine Standardisierung des Reizes war, daß auf unterschiedliches subjektives Empfinden der Probanden zu den einzelnen Untersuchungszeiten ebenso wenig Rücksicht genommen wurde, wie auf jegliche Art von Reaktionen auf die Kaltreizeinwirkung, wie z. B. Hautrötung, Frösteln, Kribbeln usw., obwohl das nicht der allgemeinen Praxis der Hydrotherapie entspricht.

Bewußt wurde die Auswahl der Versuchspersonen auf Männer bis zu einem Höchstalter von 45 Jahren als Teilnehmer beschränkt. Nach HILDEBRANDT (1962), HILDEBRANDT u. WITZENRATH (1969) und HEIDELMANN (1953) können bei Frauen die tageszeitlichen Schwankungen von Umstellungen im Menstruationsrhythmus überlagert werden, ferner die Arteriolenkonstriktion von der Follikelhormonphase und die Arteriolendilation von der corpus-luteum-Phase begünstigt werden und schließlich bei Männern und Frauen über 55 Jahren altersphysiologische Konstriktionstypen auftreten (vgl. dazu auch JUNGMANN, 1965 b), die teilweise eine völlig entgegengesetzte Reaktion auf Kaltreize aufweisen.

Um eine Beeinflussung der Ergebnisse durch unterschiedliche Konstitutionen (Körpergröße und -gewicht) und allgemeinen Trainingszustand sowie durch einen verschiedenartigen Lebens- und Arbeitsrhythmus (Schichtarbeit, Nachtdienst) weitestgehend auszuschließen (vgl. LAMPERT, 1962; MENZEL, 1962; PIRLET, 1962; STREMPEL u. HILDEBRANDT, 1975) wurden bei der Gruppeneinteilung der Versuchsteilnehmer die einzelnen Gruppen hinsichtlich der o. a. Kriterien so ausgeglichen wie möglich besetzt, wie Tabelle 2 veranschaulicht. Trotzdem konnte das Untersuchungsgut nur als bedingt homogen angesehen werden, da neben diesen definierbaren Faktoren auch

physische und psychische Faktoren wie Abgespanntheit, Nervosität, Streß usw. eine Rolle spielen und die z. T. recht großen Streuungen hervorgerufen haben könnten. Diese Faktoren sind aber einer objektiven Beurteilung nur ungenügend zugänglich, geschweige denn irgendwie systematisch zu beeinflussen. Auch die Belastungen im beruflichen und familiären Alltag sind nur schwer in irgendeiner Weise objektiv zu erfassen und gehen daher als Fehler in die Untersuchungsergebnisse ein. Man kann jedoch davon ausgehen, daß sie im Mittel etwa von gleicher Größe sind.

Das Untersuchungsintervall von 2 Tagen für zwei aufeinanderfolgende Untersuchungen wurde bei keinem der 17 Probanden weder unter- noch überschritten, da der kalte Unterguß einen erheblichen Eingriff in die thermische Bilanz des Organismus darstellt. Das entspricht auch den üblichen praktischen Voraussetzungen der Hydrotherapie (vgl. DREXEL, 1955; JUNGMANN, 1964; BÜHRING, 1972), denn bei zu kurzen Abständen zwischen zwei großen Kaltreizen wäre die Gefahr einer Gesamtänderung der Reaktionslage gegeben, d. h. es würde zu den typischen krisenhaften Reaktionen kommen, wie sie bei Kurbehandlungen als "Kurreaktionen" bzw. "Kurkrisen" auftreten (HILDEBRANDT, 1962).

Die Initialänderungen bzw. die Differenz zwischen Initialänderung und Änderung 60 min nach dem Guß in Abhängigkeit von der Reihenfolge der Untersuchungen am Beispiel der Herzfrequenz und der Blutdruckamplitude in den Abbildungen 6 und 7 zeigen, daß mit zunehmender Zahl der Kaltanwendungen keine signifikanten Änderungen der Parameter festgestellt werden konnten. Wir können also davon ausgehen, daß weder ein reaktiver, noch ein adaptiver Prozeß durch die aufeinanderfolgenden Kaltreize zustande kam.

Neben der Standardisierung des Reizes und einem möglichst homogenen Untersuchungsgut erforderte die Aufgabenstellung als dritte wichtige Komponente gleichbleibende äußere Versuchsbedingungen. Nach mehreren Voruntersuchungen wurde die

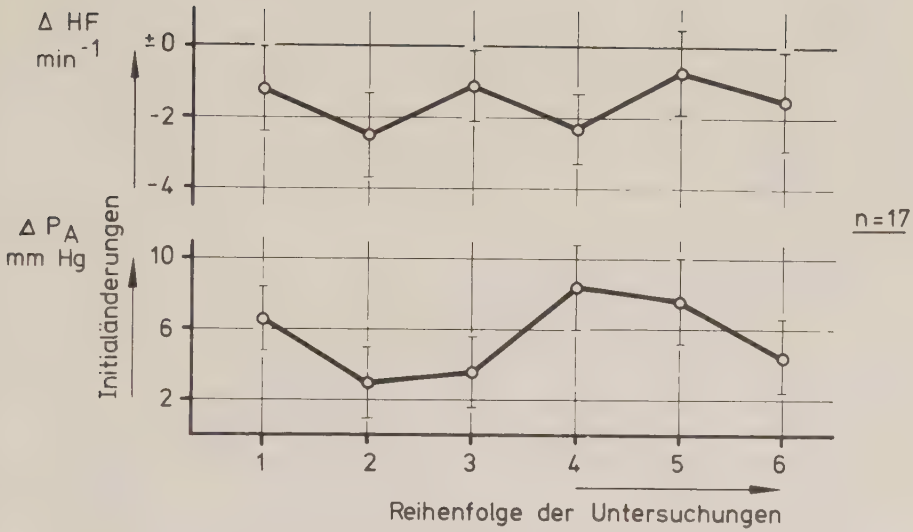


Abb. 6: Die mittleren Initialänderungen von Herzfrequenz und Blutdruckamplitude nach dem kalten Unterguß in Abhängigkeit von der Reihenfolge der sechs Untersuchungen bei den 17 Versuchspersonen. Die Klammern geben den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte an.

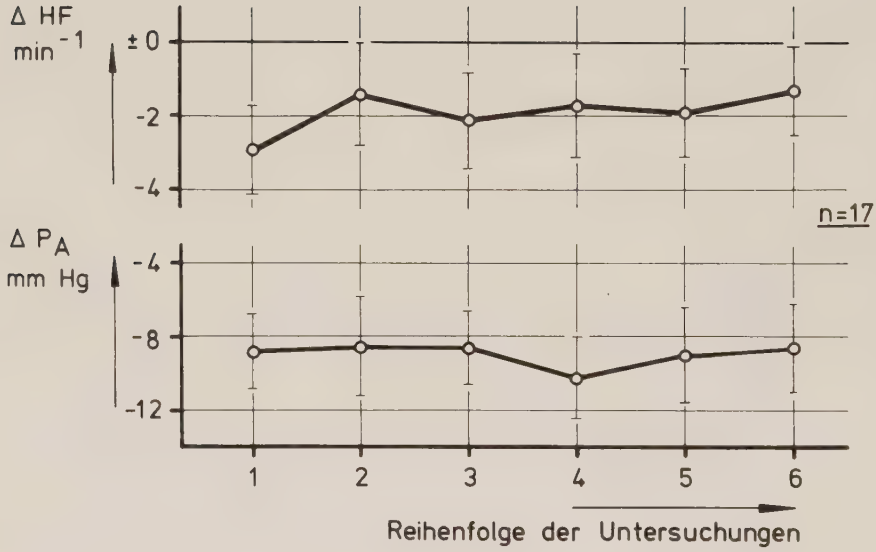


Abb. 7: Die Differenz zwischen Initialänderung und der Änderung 60 min nach dem Guß von Herzfrequenz und Blutdruckamplitude in der Reihenfolge der sechs Untersuchungen von 17 Versuchspersonen. Die Klammern geben den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte an.

Raumtemperatur von 25° C und die relative Luftfeuchtigkeit von 50 % festgelegt, da diese Bedingungen sowohl vor als auch nach dem Guß durchweg als angenehm und behaglich empfunden wurden. Gleichzeitig konnte bei diesen orientierenden Voruntersuchungen festgestellt werden, daß sich eine Akklimatisation an diese äußeren Verhältnisse in der Klimakammer nach 10 bis 15 min vollzogen hatte und somit in dem für die Bestimmung der Ausgangslagen entscheidenden Zeitraum (20. bis 30. min der Voruntersuchung) keine wesentlichen Schwankungen mehr auftraten. Ein Störfaktor waren jedoch die Regelschwankungen der Klimaanlage, die bei der Raumtemperatur bei $\pm$ 0,5° C und bei der relativen Luftfeuchtigkeit bei $\pm$ 5 % lagen, da insbesondere die Umgebungstemperatur vasomotorische Reaktionen zu beeinflussen vermag (ASCHOFF, 1947), die aber in Kauf genommen werden mußten.

Die wohl wesentlichste mögliche Beeinträchtigung der Aussagekraft unserer Ergebnisse war durch den zeitlichen Ablauf jeder Einzeluntersuchung bedingt, speziell durch den nicht zu umgehenden Zeitverlust nach dem Guß bis zur Wiederaufnahme der Messungen. Dieser Zeitverlust von 2 min kam durch das zeitraubende Wiederanlegen der Meßgeräte zustande, so daß die Veränderungen der Parameter nicht unmittelbar nach dem Guß erfaßt werden konnten. Hiermit könnten der teilweise untypische Tagesverlauf der mittleren Veränderungen in der 3. bis 5. min nach dem Guß gegenüber den Ausgangswerten und die bisweilen recht großen Streuungen in diesem Zeitraum am ehesten zu erklären sein. Zudem mußte der Guß v o r der Klimakammer verabreicht werden, so daß sich der Proband für die Dauer des Gusses einer ganz anderen Umgebungstemperatur ausgesetzt sah, die ihrerseits von der Tageszeit und den allgemeinen klimatischen Verhältnissen abhängig war und somit im Sinne ASCHOFF's (1947) die Initialänderungen ebenfalls beeinflußt haben könnte. Da aber eine konstante Zeitspanne von 180 sec eingehalten und jeweils mit der Stoppuhr gemessen wurde, kann auch dieser Fehler konstant gesetzt werden.

Was die Gesamtdauer jeder Einzeluntersuchung angeht, sollte hier nicht unerwähnt bleiben, daß sich bei den Probanden gegen Ende der 90 min eine gewisse Unruhe bemerkbar machte, welche die Parameter zu diesem Zeitpunkt zusätzlich modifiziert haben könnte.

Alle Messungen wurden im Sitzen durchgeführt, da in stehender oder liegender Position wesentliche Veränderungen der Gefäßtonusverhältnisse zu erwarten sind (HEIDELMANN, 1953).

Da das gesamte Versuchsprogramm in drei Wochen abgewickelt war, konnte eine Beeinflussung, insbesondere der bradycarden Reaktion auf den Kaltreiz und der Nebennierenrindentätigkeit durch den biologischen Jahresrhythmus (vgl. HILLE, 1963; LUNGU u. Mitarb., 1966) unberücksichtigt bleiben.

Die Aussagekraft der Ergebnisse betreffend den Tagesverlauf der Cortisolsekretion vor dem Guß könnte dadurch beeinträchtigt worden sein, daß die Versuchspersonen sicherlich den unterschiedlichsten physischen und psychischen Belastungen ausgesetzt waren, wenn sie zur Untersuchung erschienen. Nach LUNGU u. Mitarb. (1966) sind auch Ernährung und Bewegungsaktivität sowie soziale, chemische und physikalische Faktoren für die Tätigkeit der Nebennierenrinde von Bedeutung.

Die Methode der Bestimmung des freien Cortisols im Urin, d. h. des glomerulär filtrierten, nicht an Plasmaeiweiß gebundenen Cortisols nach der modifizierten Methode von ZIMMERMANN (Bestimmung der neutralen 17-Ketosteroide im Urin), bei der die ZIMMERMANN-Reaktion im gereinigten Dichloräthantrockenextrakt in Gegenwart von Alkali mit m-Dinitrobenzol durchgeführt wird und die Intensität des dabei entstehenden rot-violetten Farbproduktes spektralphotometrisch gemessen wird, ist zwar sehr umständlich, gibt aber nach PIPER (1974) den Funktionszustand der Nebennierenrinde am besten wieder.

Die Problematik einer allgemein gültigen Aussage, was das Verhalten der Nebennierentätigkeit auf einen gezielten Kaltreiz hin betrifft, zeigen LUNGU u. Mitarb. (1966) auf und weisen auf die Unzulänglichkeiten begrenzter Bestimmungen hin, betonen die Variabilität der Nebennieren-Reaktionen und geben zu bedenken, daß die Veränderungen von der Gesamtheit der neuro-hormonalen Reaktionen nicht getrennt werden können. Deshalb wäre es sicherlich von Nutzen gewesen, zusätzlich zu der Cortisolbestimmung 60 min nach dem Guß zwei weitere, vielleicht unmittelbar nach der Anwendung und nach 2 oder 3 Stunden, durchzuführen, was aber wegen der schon an anderer Stelle erwähnten Zeitprobleme unmittelbar nach dem Guß nicht möglich war bzw. für die Versuchspersonen eine unzumutbare Belastung dargestellt hätte. Die Aussagekraft unserer Ergebnisse über die Änderungen der Cortisolsekretion nach dem kalten Unterguß sind somit trotz der auftretenden Signifikanzen in einem gewissen Maße beeinträchtigt.

Die Änderung der Cortisolsekretion 60 min nach dem Guß in Abhängigkeit von der Reihenfolge der sechs Untersuchungen in der Abbildung 8 verdeutlicht, daß die Reaktion in keinem direkten Zusammenhang mit der Anzahl und der Reihenfolge der kalten Güsse zu sehen ist, wenngleich eine Anpassung an den Kaltreiz zumindest bis zur 4. Untersuchung nicht ganz auszuschließen ist. Diese Frage müßte aber noch näher geklärt werden.

Die Beantwortung der Fragen sollte möglichst spontan erfolgen; nur so erschien es wahrscheinlich, einen tatsächlich subjektiven ersten Eindruck zu erhalten. Aus diesem Grunde wurden die Antwortmöglichkeiten der Übersichtlichkeit halber auf jeweils fünf beschränkt und präzise und eindeutig differenzierbar formuliert. Für die Darstellung der Tagesgänge erschien die Auswertung der Fragen durch eine Benotung der einzelnen Antwortmöglichkeiten am sinnvollsten.

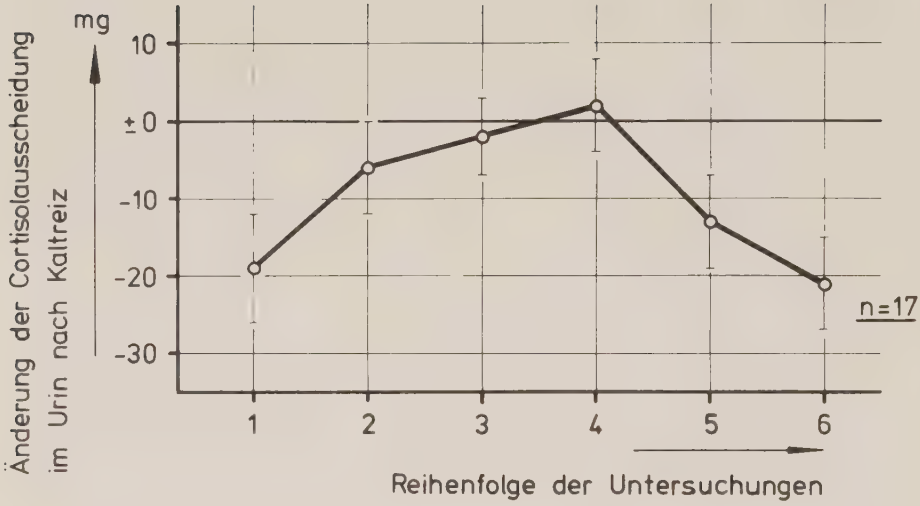


Abb. 8: Die Änderung der Cortisolsekretion 60 min nach dem kalten Unterguß in Abhängigkeit von der Reihenfolge der sechs Untersuchungen bei den 17 Personen. Die Klammern geben den Bereich des mittleren Fehlers der Mittelwerte an.

4.2. Zu den Ergebnissen

4.2.1. Zu den mittleren Tagesgängen der Ausgangslagen

Der Organismus und seine Funktionen sind biologischen Rhythmen unterworfen (VÖLKER, 1927; JORES, 1935; HILDEBRANDT, 1953 b. u. c, 1960). Nach HILDEBRANDT (1972) äußern sich biologische Zeitstrukturen in spontan-rhythmischen Schwankungen als langwellige Vorgänge des Gesamtorganismus und als kurzwellige Vorgänge einzelner Funktionssysteme und Organe (vgl. auch HILDEBRANDT, 1962; MENZEL, 1962).

Die in Abbildung 1 dargestellten Tagesgänge der Ausgangslagen zeigen zwar gute Übereinstimmungen mit den Ergebnissen anderer Autoren, der 24-stündige Verlauf der Atemfrequenz weist aber wesentliche Abweichungen von den Ergebnissen von HILDEBRANDT (1953 a, b u. c) und WEH (1973) auf, die einen einwelligen Tagesgang mit Maximum um 15^h und Minimum gegen 3^h fanden, während unser Tagesgang der Atemfrequenz doppelwellig verläuft. Auffallend ist dabei aber sicher die Übereinstimmung der beiden Maxima und Minima mit den bekannten Wendepunkten des biologischen Tages. Die Ursache für die Doppelwelligkeit ist aber noch nicht hinreichend zu klären.

Der Tagesgang der Pulsfrequenz dagegen zeigt eine gute Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen von VÖLKER (1927), HILDEBRANDT (1953 b u. c, 1960) und den Vorstellungen über den periodischen Wechsel der Herzfrequenz entsprechend der ergotropen Phasenlage am Tag und der trophotropen Einstellung in der Nacht (vgl. HESS, 1948; HILDEBRANDT, 1958). In völliger Übereinstimmung damit weist auch die Blutdruckamplitude einen nahezu parallelen Verlauf auf, den auch WEH (1973) beschrieben hat. Die Minima der Herzfrequenz und der Blutdruckamplitude um 3^h charakterisieren die optimal ökonomische Kreislaufeinstellung in der Nacht (HILDEBRANDT, 1976).

4.2.2. Zur Initialänderung der Kreislaufregulation

Die Tagesgänge der Initialänderungen nach kaltem Unterguß und nach kaltem Oberguß (vgl. WEH, 1973) stimmen in den wesent-

lichen Punkten völlig überein. Auch die Änderungen der Kreislaufwerte sind gleichgerichtet, mit Ausnahme des diastolischen Blutdrucks.

Tageszeitliche Unterschiede der Reizbeantwortung von Kaltreizen sind schon von HILDEBRANDT u. Mitarb. (1953, 1954, 1957, 1962, 1970) und CRNJAK (1971) nachgewiesen worden, systematische Untersuchungen an gesunden Versuchspersonen sind jedoch bislang nur von WEH (1973) durchgeführt worden, wobei aber die lokalen Wiedererwärmungsreaktionen im Vordergrund standen. Eine initiale Atemfrequenzzunahme nach Kaltreizen ist seit langem bekannt, so z. B. registrieren SCHNEIDER u. BORNHAUPT (1955), allerdings im Rahmen von Untersuchungen über die Wirkungen einzelner thermischer Reizanwendungen, eine beschleunigte und vertiefte Atmung nach einem Kaltreiz. Die Schwankungen im Tagesgang sind aber beim kalten Unterguß relativ gering (0,5 Atemzüge/min) gegenüber 2,0/min nach kaltem Oberguß (WEH, 1973).

Eine Bradykardie wird von HILLE (1963, 1967) nach fast allen Kaltreizen beobachtet und als "vagotonisierender Effekt" von Kaltreizen bezeichnet (BÜHRING, 1972). JUNGMANN (1965 b) betont aber, daß der Kreislauf alter Menschen nicht nur quantitativ, sondern auch qualitativ anders reagiert als der jugendlicher Personen. Auch HILDEBRANDT u. CRNJAK (1970) verzeichnen nach 20-sekündigem Wassertreten Pulsfrequenzsenkungen, wobei die tageszeitlichen Unterschiede mit den Untersuchungsergebnissen von WEH (1973) und unserem Tagesgang phasengerecht verlaufen und morgens größer als in den Abendstunden sind.

Die von uns beobachteten initialen Zunahmen des systolischen Blutdrucks werden auch von WEH (1973) und HILDEBRANDT u. CRNJAK (1970) beschrieben und unterliegen nach HEINECKER u. Mitarb. (1962) und JUNGMANN (1964, 1965 a) auch unspezifischen Reaktionskomponenten. Sie können als reaktive Blutdrucksteigerungen aufgefaßt werden und unterstreichen die vegetative Reagibilität. Diese vegetative Reagibilität wird vor allem auch durch das tageszeitliche Verhalten der Blutdruckamplitude, und zwar im wesentlichen auf Kosten des diastoli-

schen Blutdrucks, charakterisiert. Hierbei finden sich ebenfalls phasengerechte Übereinstimmungen in den doppelwelligen Auslenkungen mit HILDEBRANDT u. CRNJAK (1971), die allerdings nur im tageszeitlichen Ausschnitt von 7^h - 23^h untersuchten.

4.2.3. Der Vergleich der Initialänderungen nach Unter- und Oberguß

Die Tabelle 4 zeigt den Vergleich der initialen Kreislaufwirkungen nach kaltem Oberguß und kaltem Unterguß. Danach sind die Veränderungen der Atem- und Herzfrequenz nach kaltem Oberguß deutlich stärker, worauf besonders BÜHRING (1972) hinweist. Dabei ist besonders auf die Zunahme des systolischen und die Abnahme des diastolischen Blutdrucks nach kaltem Unterguß hinzuweisen.

Ein Vergleich der Reaktionen des Organismus nach einem kalten Unterguß und nach einem kalten Oberguß erscheint besonders hinsichtlich der Konsequenzen für die therapeutische Anwendung von Bedeutung. Im folgenden sollen auch die Untersuchungen von CRNJAK (1971) über das Wassertreten, das ja ebenfalls therapeutische Anwendung findet, und die Untersuchungen von BÜHRING (1972), der bereits einen Vergleich zwischen Unter- und Oberguß zog, in die Diskussion miteinbezogen werden.

Der Vergleich zwischen der initialen Wirkung des kalten Untergusses und des kalten Obergusses nach WEH (1973) bietet sich deshalb besonders an, weil sich eine Übereinstimmung in der Versuchsanordnung und dem -ablauf sowie bei der Probandenauswahl findet.

Die Zunahme der Atemfrequenz nach dem Unterguß beträgt im Tagesmittel lediglich 25 % derjenigen beim Oberguß.

Die Verlangsamung der Herzfrequenz beträgt nach dem Unterguß lediglich 1,5/min, nimmt also im Vergleich zum Oberguß nur um die Hälfte ab (3,3/min). HILLE (1963) bestätigt die vermehrte bradykardisierende Wirkung von Kaltreizen an der oberen Körperregion und auch DREXEL (1955) fand ähnliche Verhältnisse bei kalten Arm- und Kniegüssen.

Tabelle 4: Vergleich der Initialänderungen der Kreislaufregulation nach Unterguß (BECKER, 1978) und Oberguß (WEH, 1973).

	Unterguß n = 17 n. BECKER (1978)	Oberguß n = 13 n. WEH (1973)
Atemfrequenz	+ 0,5/min	+ 2,0/min
Herzfrequenz	- 1,5/min	- 3,3/min
systol. Blutdruck	+ 5,0 mmHg	+ 4,1 mmHg
diastol. Blutdruck	- 2,6 mmHg	+ 3,2 mmHg
Blutdruckamplitude	+ 7,6 mmHg	+ 0,9 mmHg

Die initialen Zunahmen des systolischen Blutdrucks sind im Tagesmittel aber beim kalten Unterguß größer als beim kalten Oberguß. Auch hierauf weist BÜHRING (1972) bereits hin.

Sowohl bei den Untersuchungen von WEH als auch bei unseren ist eine Erhöhung der Blutdruckamplitude festzustellen, die nach dem Unterguß jedoch ausgeprägter ist, da der diastolische Blutdruck im Gegensatz zur Wirkung des kalten Obergusses abfällt.

BÜHRING (1972) führte allerdings seine Untersuchungen bei Kurpatienten einer Kurklinik durch und fand, daß nach dem Unterguß mehr der systolische, nach dem Oberguß jedoch mehr der diastolische Blutdruck ansteigt, wie es bei WEH (1973) der Fall war, so daß insgesamt der Unterguß eine ausgeprägtere Vergrößerung der Blutdruckamplitude bewirkt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß der kalte Unterguß eine deutlich geringere Wirkung auf die Atem- und Herzfrequenz hat als der Oberguß und die Blutdruckamplitude nach dem Unterguß ausgeprägter erhöht ist. Wie CRNJAK (1971) schon betont, müssen jedoch eindeutige Aussagen, was die Initialwirkung von Kaltreizen auf den Blutdruck, insbesondere hinsicht-

lich tageszeitlicher Abhängigkeiten betrifft, weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben, da sowohl unsere Ergebnisse als auch die von WEH (1973) und die von HILDEBRANDT u. CRNJAK (1970) teilweise recht große Streuungen bei den aufgezeigten tageszeitlichen Schwankungen aufweisen.

4.2.4. Zu den Änderungen 60 min nach dem Guß

Systematische Untersuchungen über das Verhalten von Atem- und Herzfrequenz sowie des Blutdrucks 60 min nach einer gezielten Kaltanwendung liegen unseres Wissens bisher nicht vor, wenn von der Untersuchung von WEH (1973) abgesehen wird. BÜHRING (1972) untersuchte über 30 min und beschreibt, daß die auf einen Kaltreiz hin einsetzende verstärkte und beschleunigte Atmung meistens nur noch eine kurze Zeit bestehen bleibt. So scheinen die Ergebnisse unserer Untersuchung, die ein geringes Absinken der Atemfrequenz 60 min nach dem Guß gegenüber der Ausgangslage besagen, diese Aussage zu bestätigen, wobei, wie schon bei der Ausgangslage und der Initialwirkung beobachtet, die tageszeitlichen Schwankungen als unbedeutend anzusehen sind.

Der Übersicht halber zeigt die Abbildung 9 Atem- und Herzfrequenz vor und 60 min nach Kaltreiz (n. BAIER u. Mitarb., 1978). Noch deutlicher kommen jedoch die tageszeitlichen Wirkungsunterschiede bei Darstellung des Puls-/Atemquotienten (Q P/A) nach HILDEBRANDT (1975) in der Abbildung 10 zum Ausdruck, da am nächtlichen Umschlagspunkt (3^h) keine Veränderungen und die stärksten Veränderungen in der ergotropen Tagesphase zu finden waren. Dabei ist besonders zu beachten, daß die beträchtlichen Schwankungen des Q P/A im Tagesgang durch den Kaltreiz eine Dämpfung erfahren, wodurch der Eindruck erweckt wird, als ob die tageszeitlichen Schwankungen nivelliert werden.

Es kann somit die Feststellung getroffen werden, daß eine Kaltanwendung am Unterkörper eine nur sehr kurze und geringfügige Veränderung der Atmung bewirkt. Gänzlich anders dagegen die Reaktion der Herzfrequenz, die nach ihrem initialen

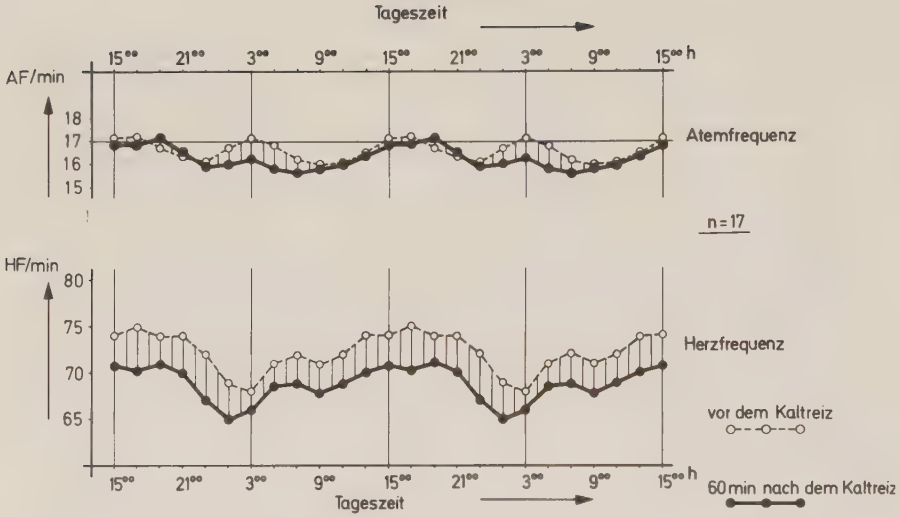


Abb. 9: Mittlerer Tagesgang der Atem- und Herzfrequenz (AF bzw. HF) vor und 60 min nach dem Kaltreiz von 17 Versuchspersonen n. BAIER, BECKER, KRAGE u. ROMPEL (1978).

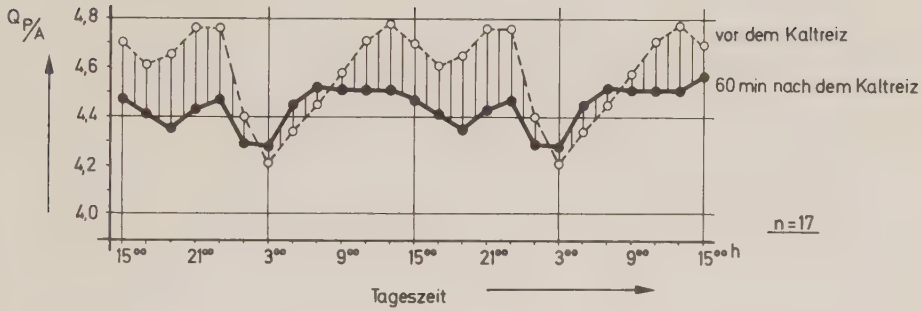


Abb. 10: Mittlerer Tagesgang des Puls-/Atemquotienten (Q P/A) vor und 60 min nach dem Kaltreiz von 17 Versuchspersonen n. BAIER u. Mitarb. (1978).

Abfall im Verlauf der einstündigen Nachuntersuchung weiter unter ihren Ausgangswert absinkt. Auch BÜHRING (1972) stellte fest, daß die Bradykardie nach Kaltreiz über die Zeit einer halbstündigen Nachmessung erhalten bleibt. JUNGMANN u. FLEISCHHAUER (1970) beobachteten, daß eine Bradykardie nach kalten Ostseebädern sogar bei anschließender körperlicher Belastung bestehen bleibt. Nach HILLE (1963, 1967) hält diese bradykarde Reaktion auch an, wenn die gekühlte Extremität wieder in warmes Wasser getaucht wird. Diese Herzfrequenzabnahme nach Kaltreizen legt also einen wesentlichen Aspekt für die praktische Therapie von Tachykardien nahe.

Auch die initiale Erhöhung des systolischen Blutdrucks und die sehr ausgeprägte Vergrößerung der Blutdruckamplitude nach dem Unterguß hält nur kurze Zeit an; schon CRNJAK (1971) stellt fest, daß der thermische Reiz des Wassertretens nur in der ersten nachfolgenden Minute zu einem Anstieg des Blutdrucks führt.

Im Verhalten des Blutdrucks 60 min nach Kaltreiz läßt sich noch ein weiterer Gesichtspunkt der tageszeitlichen Variationen der Kreislauffunktion in der Abhängigkeit von der tageszeitlich schwankenden Ökonomie aufzeigen (vgl. BAIER u. ROMPEL, 1978). Es wird deutlich, daß zum Zeitpunkt der optimal ökonomischen Kreislaufeinstellung in der Nacht die Auslenkungen der Blutdruckamplitude sehr gering sind, während am Ende des aufsteigenden Tages (15^h - 17^h) durch den Kaltreiz eine Dämpfung der tageszeitlichen Schwankungen des Blutdrucks erreicht wird. Diese auch praktisch relevante Feststellung von BAIER u. Mitarb. (1978) ist in der Abbildung 11 veranschaulicht.

Für die Umschlagpunkte 3^h und 15^h wurden die Verläufe der Blutdruckamplitude im gesamten Untersuchungsverlauf in der Abbildung 12 dargestellt; sie verdeutlichen, daß die initialen Zunahmen tatsächlich nur kurzfristig auftreten und um 3^h 60 min nach dem Kaltreiz keine Veränderungen mehr nachweisbar waren. Hingegen ist die Abnahme der Blutdruckamplitude um 15^h auch nach 60 min noch beträchtlich. Dieser Befund unterstreicht die stärkere Wirkung des Kaltreizes in der ergotropen Tagesphase.

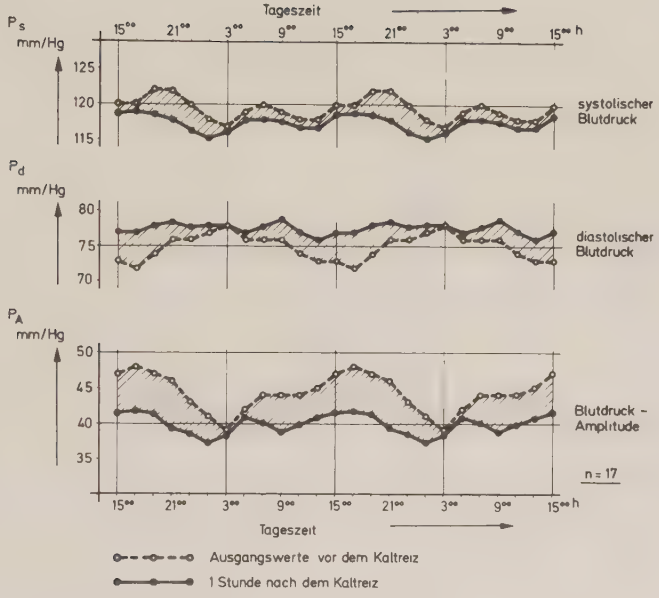


Abb. 11: Mittlerer Tagesgang des systolischen und diastolischen Blutdrucks (P_s bzw. P_d) sowie der Blutdruckamplitude (P_A) von 17 Versuchspersonen n. BAIER u. Mitarb. (1978).

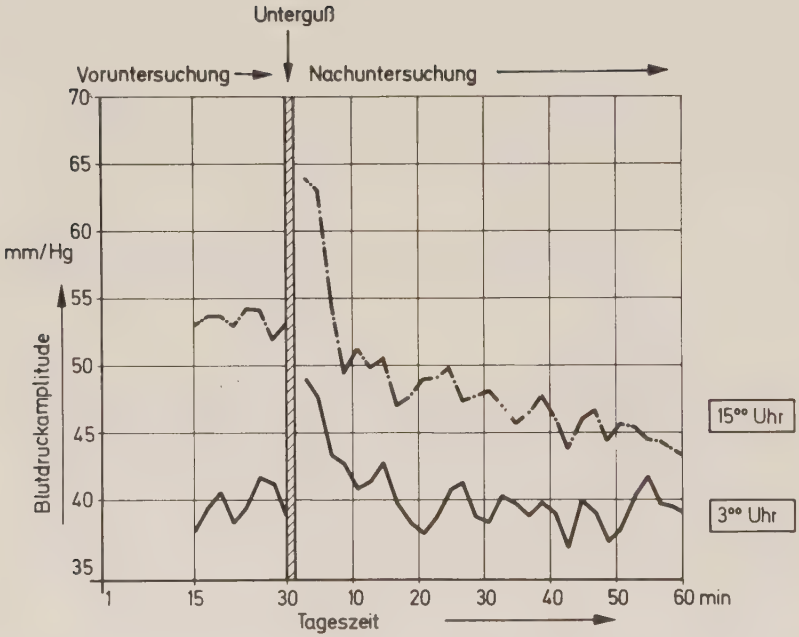


Abb. 12: Mittlere Untersuchungsverläufe der Blutdruckamplitude (P_A) über 30 min vor und 60 min nach dem Kaltreiz für die Zeitpunkte der tageszeitlichen Extreme (3^h und 15^h) von 9 Versuchspersonen.

4.2.5. Der Tagesgang der Ausgangslagen der Cortisolausschüttung

In neuerer Zeit wird besonders den Auswirkungen therapeutischer Kaltreize auf die Nebennierentätigkeit und auf andere Gebiete der endokrinen Regulation vermehrt Aufmerksamkeit geschenkt (vgl. BALAZ u. BALAZOVA, 1964; LUNGU u. Mitarb., 1966; EIGELSREITER u. Mitarb., 1968; MENGER u. DÖLP, 1968; AGISHI, SAITO u. ITOH, 1976).

Von AGISHI, SAITO u. ITOH (1976) wurden am Balneotherapeutic Res. Inst. Hokkaido Untersuchungen durchgeführt, mit denen sich unsere Ergebnisse am ehesten vergleichen lassen: Es wurde eine Plasmakonzentration von 11-Hydroxy corticosteroid (11-OHCS) im Tagesgang gemessen, wobei die tageszeitlichen Extremauslenkungen mit unserem Tagesgang der Gesamtausscheidung im Urin nahezu völlig übereinstimmen.

Die von uns ermittelte Ausscheidung von ca. 37 mg im Tagesdurchschnitt liegt im Bereich der von DHOM (1975) mit 15-46 mg angegebenen 24-stündigen Sekretionsrate und stimmt mit dem von KRÜSKEMPER u. KLEY (1975) angegebenen Normalwert von 40 mg nahezu genau überein. Der von der kortikotropen Hypophysentätigkeit abhängige Tagesrhythmus der Nebennierenrindentätigkeit zeigt in seinem von uns ermittelten Verlauf gute Übereinstimmung mit den Ergebnissen von LUNGU u. Mitarb. (1966), die das Maximum in den frühen Morgenstunden und das Minimum am späten Abend angeben. KRÜSKEMPER u. KLEY (1975) bestätigen diesen Tagesverlauf auch für die Cortisolplasmakonzentration. Die genauen Zeitpunkte der extremen Auslenkungen liegen gegenüber den zitierten Autoren bei unseren Untersuchungen ca. eine Stunde früher (5^h - 7^h und 21^h - 23^h) und waren statistisch zu sichern. Zudem weisen unsere Untersuchungen einen zweiten, ebenso signifikanten Tiefstwert gegen 17^h aus.

Gezieltere Untersuchungen sind sicherlich erforderlich, da es sich bei der Untersuchung von AGISHI u. Mitarb. (1976) um einen ersten Versuch handelte, eine Beeinflussung der Nebennierenrindentätigkeit durch thermische Einwirkungen nachzuweisen, die allerdings gegenüber den hydrotherapeutischen Reizen der Kneipptherapie wesentlich massiver waren. In diesem Zusammenhang wären auch Untersuchungen spezifischer Cortisolfraktionen von Interesse.

4.2.6. Zur Wirkung des Kaltreizes auf die Cortisolausschüttung

Nach DHOM (1975) kommt es in Anlehnung an das von SEYLE im Jahre 1950 veröffentlichte Adaptationssyndrom (vgl. auch HESS, 1969) bei Streß-Situationen, d. h. bei unspezifischen Belastungen, zu einer Stimulation der Nebennierenrinde. Niedrigere Temperaturen stellen nach LUNGU u. Mitarb. (1966) einen der "klassischen" Streß-Faktoren beim allgemeinen Anpassungs-Syndrom nach SEYLE dar, wobei der Dauer der Einwirkung entscheidende Bedeutung beizumessen ist.

Es ist hier somit zu klären, in welchem Maße niedrige Temperaturen und somit auch therapeutische Anwendungen, wie z. B. der kalte Unterguß, eine Belastung für den Organismus darstellen können und welche Bedeutung dabei der Tageszeit zukommt.

Untersuchungen über die Veränderungen der Nebennierenfunktion nach systematisch angewandten therapeutischen Kaltreizen sind unseres Wissens nicht durchgeführt worden, so daß bisher Vergleichsergebnisse nicht zur Diskussion unserer Ergebnisse herangezogen werden können.

BALAZ u. BALAZOVA (1964) und MENGER u. DÖLP (1968) stellen bei ihren Untersuchungen über den Einfluß eines Kohlensäurebades auf die Nebennierenfunktion bzw. über die Beziehung zwischen Nordseebädern und erhöhter 17-Ketosteroidausscheidung fest, daß nach einer ersten Phase des initialen Anstiegs der 17-Ketosteroidausscheidung sowohl im Urin als auch im Blut eine zweite Phase des Absinkens des Cortisols folgt.

Unsere Untersuchungen, wonach die Cortisolsekretion 60 min nach dem kalten Unterguß im Tagesmittel um ca. 10 mg unter den Ausgangswert abgefallen ist, könnten demnach drei Schlußfolgerungen zulassen:

Erstens:

Da die Art der Hypophysen-Nebennieren-Reaktionen u. a. auch von der Dauer der Einwirkung abhängt (vgl. LUNGU u. Mitarb., 1966), könnte der hier angewandte Kaltreiz an der unteren Körperregion (40 sec Anwendungsdauer bei 12° C Wassertemperatur) entweder keine Wirkung hinterlassen haben oder aber, wie es bei unseren Untersuchungen signifikant zu sichern ist eine Erhöhung der Cortisolsekretion lediglich zu einem bestimmten Zeitpunkt hervorgerufen haben, in unserem Fall zum Zeitpunkt der tiefsten Ausgangswerte, also zwischen 15^h und 17^h.

Zweitens:

Eine erste Phase des Anstiegs der Cortisolausschüttung nach dem kalten Unterguß (vgl. BALAZ u. BALAZOVA, 1964 und MENGER u. DÖLP, 1968) konnte sich in dem von uns aus den schon erwähnten Gründen nicht erfaßten Zeitraum bis zur 60. min abgespielt haben, was dann zu der Überlegung Anlaß geben müßte, ob neben der jeweils spezifischen Reaktion der Nebennierenrinde auch die Länge der einzelnen Reaktionsphasen von der Dauer und der Intensität der Kaltreizeinwirkung abhängen würden.

Drittens:

Nach der in Abbildung 8 dargestellten Abhängigkeit der Cortisolsekretion von der Reihenfolge der Untersuchungen, wäre es weiterhin denkbar, daß ein Anstieg der Sekretion erst nach einer gewissen Anzahl von Kaltreizeinwirkungen einsetzt, so daß hierbei an eine Adaptation gedacht werden sollte.

Die Klärung dieser Fragen muß weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

4.2.7. Zu den subjektiven Empfindungen

Nach CABANAC (1971) kann ein gegebener Antrieb (Reizmittel) eine angenehme und unangenehme Empfindung hervorrufen, die abhängig von der inneren Verfassung des Subjekts ist. CABANAC (1971) nennt dieses Phänomen "alliesthesia", das in sich selbst eine entsprechende Motivierung für das Verhalten darstellt und dessen Existenz das Vorhandensein innerer Signale bedeutet, die, hervorgerufen von peripheren Rezeptoren, die bewußten Empfindungen modifizieren. In den vorliegenden Untersuchungen konnten also ebenfalls derartige unterschiedliche subjektive Empfindungen durch den Kaltreiz ausgelöst und nachgewiesen werden. STREMPEL, CABANAC, HILDEBRANDT u. MASSONET (1975) stellen bei Versuchspersonen zu vier verschiedenen Tageszeiten einen Zustand der Hyperthermie und Hypothermie her, messen dann die bevorzugte Temperatur, die in einem separaten Handbad von den Versuchspersonen selbst eingestellt wird und lassen schließlich verschiedene Temperaturen zur Beurteilung nach einer subjektiven Komfort-Skala vorlegen. Dabei stellt sich heraus, daß die Effektivität der Thermoregulation einer "circadianen" Veränderung unterliegt, die ihr Maximum während der Aufheizungsphase in der ersten Hälfte des Tages durchläuft. Dagegen erreicht der Antrieb der thermischen Verhaltensregulation, wie die Autoren an der schwankenden Behaglichkeit nachmessen, sein Maximum während der Entwärmungsphase in der zweiten Hälfte des Tages.

In Ergänzung dazu ergeben unsere Untersuchungen eine relativ angenehme Wirkung des Kaltreizes auf die Probanden fast während der ganzen Abkühlungsphase und eine relativ unbehagliche Wirkung besonders zu Beginn der Aufheizungsphase. HILDEBRANDT (1960, 1962) bestätigt dies durch die von ihm aufgestellte Regel, nach der der Organismus während der Aufheizungsphase besonders kältereizempfindlich ist.

Der Tagesrhythmik der Thermoregulation kommt also bei dieser Fragestellung eine entscheidende Bedeutung zu, wobei nach STREMPEL, CABANAC, HILDEBRANDT u. MASSONET (1975) nicht nur ein Wechsel in der Stärke der regulierenden Bemühungen besteht, sondern auch in der qualitativen Art und Weise der Regulationen.

Der von uns ebenfalls untersuchte Gesamteindruck der Probanden von der Untersuchungssituation muß neben der tageszeitlichen Variation sicherlich auch im Zusammenhang mit physischen und psychischen Momenten gesehen werden, auf die hier aber nicht näher eingegangen werden kann.

Das Maximum der Unbehaglichkeit, was die Gesamtuntersuchung angeht, liegt erwartungsgemäß in der Nacht; zu dieser Zeit vollziehen sich nach HILDEBRANDT u. STREMPEL (1975) die physiologischen Regenerationsprozesse bei gleichzeitigem Minimum der Wachsamkeit. Die durch die nächtliche Untersuchung herbeigeführte Verschlechterung der Erholungsbedingungen des Organismus und die daraus resultierende Mißstimmung ist ebenfalls symptomatisch für dieses Ergebnis. Als besonders angenehm dagegen wird die Untersuchung am Vormittag aufgenommen, wo auch die von HILDEBRANDT u. STREMPEL (1975) so bezeichnete "specific sympathetic activitation" ihr circadianes Maximum durchläuft.

4.3. Praktische-Klinische Aspekte

Nach v. BRAUNBEHRENS u. Mitarb. (1955) bewirken hydrotherapeutische Reize vasomotorische Primärreaktionen der Haut, die sich lokal reflektorisch abspielen oder durch vasoaktive Substanzen hervorgerufen werden und dadurch eine Mitreaktion des gesamten Kreislaufs zur Folge haben.

Unsere Untersuchungen lassen bislang die Aussage zu, daß innerhalb der einzelnen Phasen im biologischen Tagesablauf von der Tageszeit abhängige unterschiedliche Reaktionsstärken auftreten. Nach HILDEBRANDT (1972) treffen Reize nicht auf ein statisches Regulationssystem, sondern auf einen von der Tageszeit abhängigen Wechsel zwischen zwei konträren Regulationseinstellungen; dies wurde bereits an anderer Stelle erwähnt.

Nach der auch schon von WEH (1973) für eine ambulante hydrotherapeutische Anwendung bestätigten tagesrhythmischen Gesetzmässigkeit von HILDEBRANDT (1953, 1960, 1972) ergeben die hier vorliegenden Untersuchungen, daß am Nachmittag verordnete Kaltreize den Patienten weniger belasten und daher erst nach einer erfolgten "thermischen Adaptation" der Reiz im weiteren Verlauf der Behandlung am Vormittag verabreicht werden sollte. HILDEBRANDT (1962) gibt aber auch zu bedenken, ob für den therapeutischen Effekt nicht vielleicht der "Störungsreizstärke" in bezug auf die Tagesrhythmik entscheidende Bedeutung zukommt. Danach wäre ein Kaltreiz in der Entwärmungsphase wesentlich stärker als vormittags, wo eine Tendenz zur Vasokonstriktion und Wärmeeinsparung besteht.

Von einer sinnvollen tageszeitlichen Ordnung therapeutischer Maßnahmen hängt die Effektivität einer KNEIPP-Behandlung ab (vgl. HILDEBRANDT, 1965, 1970, 1972; HILDEBRANDT u. CRNJAK, 1970; HILDEBRANDT u. Mitarb., 1954; CRNJAK, 1971). Ihre Bedeutung wurde von HILDEBRANDT u. ENGELBERTZ (1953) auch dahingehend aufgezeigt, daß alle auf vasomotorische Effekte gerichteten Anwendungen immer Eingriffe in die Thermoregulation bewirken.

Deshalb müssen bei der Diskussion über die praktische Anwendbarkeit die Probleme der Hauttemperaturen und die Wiedererwärmungszeiten stets mitberücksichtigt werden, um bestimmte Therapieformen sinnvoll in den Tagesplan eines Kurpatienten einordnen zu können.

Ein Wesentlicher praktischer Aspekt ergibt sich auch aus der trophotropen Kreislaufeinstellung nach Kaltreizen, besonders für die Behandlung tachykarder Herzrhythmusstörungen, die heute weitgehend eine Dömäne der ß-Rezeptorenblockade ist. Dabei könnte man sich durchaus vorstellen, daß die systematische Kaltreizeinwirkung eine ebenso causale, darüber hinaus noch eine natürliche Therapie darstellt. Auch hierfür bieten die tageszeitlichen Unterschiede die Möglichkeit an, das tageszeitliche Optimum der Kreislaufregulation auszunutzen, um durch Beachtung der tageszeitlich schwankenden Ökonomie zu optimalen Therapieeffekten zu gelangen.

5. Zusammenfassung

Innerhalb von drei Wochen wurde 17 gesunden Männern zwischen 19 und 45 Jahren, die ihre Lebens- und Arbeitsgewohnheiten beibehielten, je sechsmal zu verschiedenen Tageszeiten ein kalter Unterguß nach KNEIPP von 12° C Wassertemperatur verabreicht. Registriert wurden in minütlichen Abständen 30 min vor und bis 60 min nach der Anwendung Atem- und Herzfrequenz sowie der systolische und diastolische Blutdruck. Vor und nach der Untersuchung wurde die Cortisolausschüttung im Urin bestimmt. Abschließend wurden Fragen über subjektive Empfindungen beantwortet.

Die mittleren Tagesgänge aller Ausgangswerte zeigten die bekannten charakteristischen Auslenkungen des biologischen Tagesrhythmus.

Der Kaltreiz des Untergusses führte initial im Tagesmittel zu einer Steigerung der Atemfrequenz mit tageszeitlich unbedeutenden Schwankungen, zu einer Pulsfrequenzabnahme, die in den Vormittagsstunden größer war als am Nachmittag und am Abend zu einer Erhöhung des systolischen Blutdrucks und der Blutdruckamplitude sowie der Abnahme der Cortisolausschüttung mit einem Maximum am Ende der trophotropen Tagesphase.

Die Prüfung der Parameter 60 min nach Kaltreiz ergab im Tagesmittel eine Abnahme der Atemfrequenz knapp unter ihren Ausgangswert, eine weitere Herzfrequenzabnahme sowie einen Abfall des systolischen Blutdrucks und der Blutdruckamplitude unter den Ausgangswert, der am Tage größer war als in den Nachtstunden. Der Unterguß wurde in der zweiten Nachthälfte und am Morgen, die Untersuchung im allgemeinen während der Nacht als relativ unangenehm empfunden.

Die vorliegenden Befunde erweisen im übrigen für eine tageszeitliche Ordnung der Therapie, daß auch bei einer ambulanten Behandlung von Personen mit individuell unterschiedlichsten Reaktionslagen und sehr kurzen Adaptationszeiten ein typischer Tagesrhythmus der Auswirkung von Kaltreizen bzw. bei sog. großen hydrotherapeutischen Anwendungen besteht.

Die physiologischen Auswirkungen und therapeutischen Konsequenzen der vorliegenden Befunde werden im Hinblick auf eine tageszeitliche Ordnung der physikalischen Therapie diskutiert, um künftig besonders die Hydrotherapie differenzierter zu handhaben und die Therapieeffekte zu optimieren.

6. Literaturverzeichnis

1) AGISHI, Y., K. SAITO u. S. ITOH: Some endocrine Responses to Hot and Cold Water Immersion in Man with special Reference to the circadian Differences of the Responses.
J. interdiscipl. Cycle Res. 1976 vol. 7, no.4, pp. 261-277.

2) ASCHOFF, J.: Die obere Extremität im Dienst der physikalischen Temperaturregulation.
Pflügers Archiv 249, 148-166 (1947).

3) BAIER, H., B. BECKER, H.-J. KRAGE u. CHR. ROMPEL: Tagesrhythmische Einflüsse auf die Kreislaufwirkung von Kaltreizen.
Z. Physik. Med., 7, 30 (1978).

4) BAIER, H. u. CHR. ROMPEL: Tagesrhythmische Variationen der Kreislauf- und Thermoregulation und der Trainierbarkeit.
Z. Physik. Med. (1978), im Druck.

5) BALAZ, V. u. E. BALAZOVA: Einfluß des Kohlesäurebades auf die Funktion der Nebennierenrinde.
Archiv physik. Ther., 16, 438-447 (1964).

6) BRAUNBEHRENS, M., v.; K. DIRNAGL, H. DREXEL, E. v. WECK-BECKER, U. SCHNEIDER, O. v. BORNHAUPT u. C. FREY: Experimentelle Beiträge zur Kneipptherapie.
Bad Wörishofen (1955).

7) BRÜCK, K.: Probleme der Abhärtung.
Archiv physik. Ther. 16, 7-20 (1964).

8) BÜHRING, M.: Reaktionen von Bronchomotorik und Kreislauf auf topographisch differenzierte Kaltanwendungen nach Kneipp.
Zentralarch. Physiotherapie, Bd. II, 44-51 (1972).

9) CRNJAK, D.: Über de Bedeutung der Tageszeit für die Hydrotherapie. Untersuchungen über das Wassertreten.
Med. Inaug. Diss., Marburg/Lahn (1971).

10) DHOM, G.: Drüsen mit innerer Sekretion. In: M. EDER u. P. GEDIGK (Hrsg.): Lehrbuch der allgemeinen Pathologie und pathologischen Anatomie.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York. pp. 403-415 (1975).

11) DREXEL, H.: Physiologische Bemerkungen zum Wirkungsmechanismus der Kneippschen Hydrotherapie. In: Experimentelle Beiträge zur Kneipp-Therapie.
pp. 12-16. Hans Rösler, Bad Wörishofen 1955.

12) EIGELSREITER, H., H. SCHMID, M. SPIEGELBERGER u. W. TEICHMANN: Die Uropepsin-Ausscheidung bei hydrotherapeutischen Kuren (ohne und mit gleichzeitiger Bewegungstherapie).
Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk. 15, 58-71 (1968).

13) GEIGY, A. G. (Hrsg.): Documenta Geigy, wissenschaftliche Tabellen. Basel, 1960, 6. Auflage.

14) GILLMANN, H.: Physikalische Therapie.
Thieme-Verlag, Stuttgart (1970).

15) GROTE, L. R.: Über die Einheit der Heilkunde und die hippokratische Medizin.
Hippokrates 25, 1-11 (1954).

16) HEIDELMANN, G.: Die Bestimmung der akralen Wiedererwärmungszeit als Regulationstest.
Acta Neuroveg. 8, 211-217 (1953).

17) HEINECKER, P., K. E. ZIPF u. H. W. LÖSCH: Über das Kreislaufverhalten von Hypo- und Hypertonikern bei Belastung mit Kälte, Licht und Lärm.
Z. KreislForsch. 51, 938-954 (1962).

18) HESS, W. R.: Die funktionelle Organisation des vegetativen Nervensystems. Schwabe, Basel 1948.

19) HILDEBRANDT, G.: Über den Tagesgang der Atemfrequenz. Z. Klin. Med. 150, 433-444 (1953 a).

20) HILDEBRANDT, G.: Über die rhythmische Funktionsordnung von Puls und Atmung. Z. Klin. Med. 150, 445-454 (1953 b).

21) HILDEBRANDT, G.: Über die balneotherapeutische Beeinflussung der rhythmischen Funktionsordnung von Puls und Atmung. Archiv physik. Ther. 5, 354-361 (1953 c).

22) HILDEBRANDT, G.: Über die tagesrhythmische Steuerung der Reagibilität. Untersuchungen über den Tagesgang der Wiedererwärmung. Archiv physik. Ther. 9, 292-303 (1957).

23) HILDEBRANDT, G.: Grundlagen einer angewandten medizinischen Rhythmusforschung. Heilkunst 71, 117-124 (1958).

24) HILDEBRANDT, G.: Die rhythmische Funktionsordnung von Puls und Atmung. Schattauer-Verlag, Stuttgart 1960.

25) HILDEBRANDT, G.: Spontane Schwankungen der Thermoregulation und physikalischen Therapie. Berliner Med. 11, 37-40 (1960).

26) HILDEBRANDT, G.: Biologische Rhythmen und ihre Bedeutung für die Bäder- und Klimaheilkunde. In: W. AMELUNG u. A. EVERS (Hrsg.): Handbuch der Bäder- und Klimaheilkunde. pp. 730-783, Schattauer, Stuttgart 1962.

27) HILDEBRANDT, G.: Saisonphysiologische Gesichtspunkte zur Bäder- und Klimabehandlung. Archiv physik. Ther. 17, 39-49 (1965).

28) HILDEBRANDT, G.: Über die Bedeutung einer tageszeitlichen Ordnung der Hydrotherapie. Allgem. Ther. 10, 30-36 (1970).

29) HILDEBRANDT, G.: Zur Eröffnung des L. R. GROTE-Instituts für Physiotherapie und Rehabilitation im Kneipp-Heilbad Berleburg.
Physikal. Med. 12, 224-230 (1971).

30) HILDEBRANDT, G.: Wissenschaftliche Gesichtspunkte zur Heilbäderentwicklung.
Heilbad und Kurort 25, 252-257 (1973).

31) HILDEBRANDT, G.: Ergebnisse der Rhythmusforschung und ihre Konsequenzen für die Praxis der Hydrotherapie.
In: W. BRÜGGEMANN (Hrsg.): Würzburger Gespräche über die Kneipptherapie, Bd. I Hydrotherapie.
S. 11-13, 14-33. Verlag Sebastian-Kneipp-Zentralinstitut, Bad Wörishofen 1973.

32) HILDEBRANDT, G. u. D. CRNJAK: Zur tageszeitlichen Ordnung der Hydrotherapie. Untersuchungen über das Wassertreten.
Z. Physik. Med. 1, 51-61 (1970).

33) HILDEBRANDT, G. u. P. ENGELBERTZ: Bedeutung der Tagesrhythmik für die physikalische Therapie.
Archiv physik. Ther. 5, 160-170 (1953).

34) HILDEBRANDT, G., P. ENGELBERTZ u. G. HILDEBRANDT-EVERS: Physiologische Grundlagen für eine tageszeitliche Ordnung der Schwitzprozeduren.
Z. Klin. Med. 152, 446-468 (1954).

35) HILDEBRANDT, G. u. H. STREMPEL: Chronobiological Problems of Performance and Adaptational Capacity.
Chronobiologia (1977), im Druck.

36) HILDEBRANDT, G. u. A. WITZENRATH: Leistungsbereitschaft und vegetative Umstellung im Menstruationszyklus.
Int. Z. angew. Physiol. 27, 266-282 (1969).

37) HILLE, H.: Über die Einwirkungen von Hautreizen auf die Herzfrequenz.
Archiv. physik. Ther. 15, 438 (1963).

38) HILLE, H., K. KÜHLER u. J. SALLAN: Über die Auswirkung kleinflächiger Temperaturreize auf die Herzfrequenz des Menschen.
Pflügers Archiv. ges. Physiol. 294, 84 (1967).

39) HOFF, F.: Wirkprinzipien der Therapie.
Archiv physik. Ther. 21, 205-215 (1969).

40) JORES, A.: Physiologie und Pathologie der 24-Stunden-Rhythmik des Menschen.
Erg. inn. Med. 48, 547-628 (1935).

41) JUNGMANN, H.: Der Kreislauf in kühlen, indifferenten und heißen Bädern.
Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk. 11, 25-36 (1964).

42) JUNGMANN, H.: Über den Einfluß kalter, heißer und wechselwarmer Teilanwendungen auf den Kreislauf.
Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk. 11, 138-152 (1964

43) JUNGMANN, H.: Messungen an Herz, Kreislauf und Atmung.
In: W. TEICHMANN (Hrsg.): Forschungsmethoden in der allgemeinen Therapie. pp. 17-27. (Symposion I). Sanitas-Verlag, Bad Wörishofen 1965 (a).

44) JUNGMANN, H.: Alter und Jahreszeit in der Bäder- und Klimabehandlung.
Archiv physik. Ther. 17, 1-8 (1965 b).

45) JUNGMANN, H.: Prinzipien der kurörtlichen Therapie.
Z. Physik. Med. u. Rehab. 9 (1971).

46) JUNGMANN, H. u. H. K. FLEISCHHAUER: Einfluß der Abkühlung durch Seebäder auf den Kreislauf bei Belastung.
Z. Physik. Med. 1, 44-50 (1970).

47) KAISER, J. H.: Kneippsche Hydrotherapie.
Sanitas-Verlag, Bad Wörishofen 1971.

48) KRÜSKEMPER, H. L. u. H. K. KLEY: Hormone.
In: S. HOLLMANN, R. SCHOEN u. H. SÜDHOF (Hrsg.): Biochemische Befunde in der Differentialdiagnose innerer Krankheiten. pp. 330-340. Thieme-Verlag, Stuttgart 1975.

49) LAMPERT, H.: Die Reaktionstypenlehre und ihre Bedeutung für die Balneologie und Klimatologie.
Archiv physik. Ther. 14, 3-10 (1962).

50) LUNGU, A., A. CHRISTOVEANO, M. BUNEA u. A. TACHE: Die ökologischen Faktoren und die Nebennierenfunktion.
Archiv physik. Ther. 18, 29-53 (1966).

51) MENGER, W. u. R. DÖLP: Über Beziehungen zwischen Euphorie an der Nordsee und erhöhter 17-Ketosteroidausscheidung.
Z. angew. Bäder- u. Klimaheilk. 15, 318-327 (1968).

52) MENZEL, W.: Über einen 24-Stunden-Rhythmus im Blutkreislauf des Menschen.
Verh. II. Konf. Int. Ges. f. biol. Rhythmusforschung. Acta med. scand. suppl. 108, 166-177 (1940).

53) MENZEL, W.: Menschliche Tag-Nacht-Rhythmik und Schichtarbeit.
Schwabe & Co., Basel-Stuttgart 1962.

54) PIPER, W.: Innere Medizin.
Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York (1974).

55) PIRLET, K.: Körperbau, Wärmehaushalt und individuelle Reaktionslage.
Archiv physik. Ther. 14, 11-26 (1962).

56) ÖSTBERG, P.: Zur Typologie der circadianen Phasenlage. Ansätze zu einer praktischen Chronohygiene.
In: G. HILDEBRANDT (Hrsg.): Bausteine zur Chronobiologie und Chronohygiene der Arbeitsgestaltung. pp. 117-137.
Springer-Verlag, Wien-New York 1976.

57) SCHNEIDER, U. u. O. v. BORNHAUPT: Kneippgüsse und Atmung.
Exp. Beitr. z. Kneipptther., 81-89,
Bad Wörishofen 1955.

58) SEELINGER, E. M. u. HOEBEL: Ein neues verbessertes Verfahren zur indirekten Messung des Blutdrucks.
Elektromedizin 15 (1970).

59) STREMPEL, H., M. CABANAC, G. HILDEBRANDT u. B. MASSONET:
Circadian changes in autonomous and behavioural regulatory response.
Chronobiologia (1977), im Druck.

60) VÖLKER, H.: Über die tagesperiodischen Schwankungen einiger Lebensvorgänge des Menschen.
Pflügers Archiv Physiol. 215, 43-77 (1927).

61) WEH, W.: Tageszeitliche Wirkungsunterschiede des Obergusses nach Kneipp. Ein Beitrag zur Tagesrhythmik der Thermoregulation.
Med. Inaug. Diss., Marburg/Lahn (1973).

Nach Beendigung dieser Arbeit danke ich Herrn Professor Dr. med. G. Hildebrandt für die Überlassung des Themas und die Möglichkeit der wissenschaftlichen Arbeit am L. R. Grote-Institut in Bad Berleburg.

Herrn Dr. med. H. Baier möchte ich besonderen Dank aussprechen für seine freundliche Unterstützung und sein stetes Interesse am Fortgang der Arbeit.

Mein Dank gilt auch Frau Treude für die labortechnischen Untersuchungen, Herrn Dickel und Frau Grebe für die äußere Gestaltung der Arbeit und Herrn Krage, mit dem ich diese Untersuchungen durchführte, für die stets sehr gute und kollegiale Zusammenarbeit.

Meine akademischen Lehrer an der Philipps-Universität Marburg/Lahn waren die Damen und Herren Professoren und Dozenten:

Ahrens, Amon, Aziz, Babel, Balzer, Bernhardt, Bode, Castenholz, Dimroth, Haberich, Hennis, Hensel, Hering, Hildebrandt, Höhl, Janke, Karlson, Klötzer, Köcke, Koranzky, Lauer, Lehmann, Marotzke, Müller, Niemeyer, Petry, Perst, Richter, Rohen, Rupec, Schienbein, Schiff, Schmidt, Schmitz-Moormann, Schnell, Thönes.

Lebenslauf

Als erster von zwei Söhnen des Landwirts Johann Becker und seiner Ehefrau Elisabeth, geb. Lehmköster, wurde ich, Burkhard Becker, am 1. April 1949 in Hamm geboren.

Nach dem Besuch der Kath. Volksschule in Hamm-Werries von 1955 bis 1959 wechselte ich auf das Gymnasium Hammonense zu Hamm, wo ich im Mai 1968 das Abitur ablegte.

Nach Ableistung des Grundwehrdienstes begann ich im Sommer 1970 an der Universität Münster das Studium der Wirtschaftswissenschaften.

An der Universität Marburg nahm ich zum SS 1972 das Zahnmedizinstudium auf; nach der naturwissenschaftlichen und zahnärtzlichen Vorprüfung legte ich im Sommer 1977 in Marburg das Staatsexamen ab.

Seit September 1977 bin ich als Zahnarzt in einer Praxis in Hamm tätig.